

Influence de l'ingestion
DE QUELQUES HEXOSES
(glucose, galactose, lévulose)
sur le **QUOTIENT RESPIRATOIRE**
et le **MÉTABOLISME DE BASE**
en l'absence et en présence de vitamines B.

(avec 8 figures, 46 graphiques et 38 tableaux)

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS
(Pharmacie)

présentée et soutenue le Janvier 1937

Par **JOSEPH-MARIE JOLY**
Pharmacien

Jury { MM. COUTIÈRE, *Président.*
PICON.
BEDEL.

LE VÉSINET (S.-&-O.)
IMPRIMERIE CHARLES BRANDE
23. Rue du Maréchal-Foch

1937

Influence de l'ingestion
DE QUELQUES HEXOSES
(glucose, galactose, lévulose)
sur le **QUOTIENT RESPIRATOIRE**
et le **MÉTABOLISME DE BASE**
en l'absence et en présence de vitamines B.

(avec 8 figures, 46 graphiques et 38 tableaux)

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS
(Pharmacie)

présentée et soutenue le Janvier 1937

Par JOSEPH-MARIE JOLY
Pharmacien

Jury { MM. COUTIÈRE, *Président.*
PICON.
BEDEL.

LE VÉSINET (S.-&-O.)
IMPRIMERIE CHARLES BRANDE
23. Rue du Maréchal-Foch

1937

PERSONNEL DE LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE PARIS

Administration :

MM. GUÉRIN, Doyen, O. ✱, ☉ I
 P. LEBEAU, Assesseur, O ✱, ☉ I.
 P. DESPORT, Secrétaire, ✱ ☉ I.

Professeurs :

MM. GUÉRIN, O. ✱, ☉ I.	Botanique générale.
PERROT, O. ✱, ☉ I	Histoire naturelle des Médicaments.
COUTIERE, O. ✱, ☉ I	Zoologie
LEBEAU, O. ✱, ☉ I.	Pharmacie chimique.
BOUGAULT, ✱, ☉ I.	Chimie analytique.
GORIS, ✱, ☉ I.	Pharmacie galénique.
TASSILLY, O. ✱, ☉ I.	Physique.
DAMIENS, ✱, ☉ I.	Chimie minérale.
HÉRISSEY, O. ✱, ☉ I.	Chimie biologique.
SOMMELET, ✱, ☉ I.	Chimie organique.
LUTZ, ✱, ☉ I.	Cryptogamie et Microbiologie.
FABRE, ✱, ☉ I.	Toxicologie.
LAUNOY, O. ✱, ☉ I.	Professeur sans chaire.

Doyen Honoraire : M. RADAIS, O ✱, ☉ I.

Professeurs Honoraires : MM. BÉHAL, G. O. ✱, ☉ I.
 et DELÉPINE, O. ✱, ☉ I., Membres de l'Institut, et GUERBET, ✱, ☉ I.

Chargés de cours :

MM. Marc HONNORAT, ✱, ☉ I.	Législation et Déontologie pharmaceutiques
LAUNOY, O. ✱, ☉ I.	Pharmacodynamie.
DELABY, ✱, ☉ I.	Hydrologie et Hygiène.
PICON, ☉ I.	Chimie minérale.
BACH, ☉ I.	Microbiologie.

Agrégés en exercice :

MM. DELABY, ✱, ☉ A.	MM. BACH, ☉ I
PICON, ☉ I.	BEDEL, ☉ I.
MASCRE, ☉ I.	REGNIER, ☉ I.
FLEURY, ☉ I.	

Chefs des travaux pratiques :

MM. BEDEL, ☉ I, <i>agrégé</i> chargé des T. P. de 1 ^{re} année	Chimie générale.
FLEURY, ☉ I. et RÉGNIER, ☉ I, <i>agrégés</i> , chargés des travaux de	Chimie analytique.
SOUÈGES, ☉ I.	Micrographie.
LEROUX, ☉ I.	Physique.
DEVAL, ✱, ☉ I.	Microbiologie.
DELABY, ✱, ☉ I, PICON, ☉ I. et MASCRE, ☉ I, <i>agrégés</i> , chargés des	Travaux généraux de 4 ^e année

Bibliothécaire en Chef : M. GARNIER, ☉ A.



**INFLUENCE DE L'INGESTION
DE QUELQUES HEXOSES
SUR LE QUOTIENT RESPIRATOIRE
ET LE MÉTABOLISME DE BASE**



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MONSIEUR RAOUL LECOQ

Pharmacien-chef de l'Hôpital de St-Germain-en-Laye

*qui nous a donné le sujet de cette
thèse,*

*en reconnaissance de l'aide bienveil-
lante qu'il nous a apportée au cours
de ce travail.*

A MES PARENTS

A MA FEMME

*en témoignage de profonde affec-
tion.*

AUX MIENS

ET A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR H. COUTIÈRE

Membre de l'Académie de Médecine

*qui nous fait le grand honneur de
présider cette thèse,
en hommage de respectueux dévouement.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR M. PICON

Pharmacien-chef des Hôpitaux de Paris

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ CH. BEDEL

*Chef des Travaux pratiques de Chimie générale
de la Faculté de Pharmacie de Paris*

en gage de bien vive gratitude.

INFLUENCE DE L'INGESTION DE QUELQUES HEXOSES
(GLUCOSE, GALACTOSE, LÉVULOSE)
SUR LE
QUOTIENT RESPIRATOIRE ET LE MÉTABOLISME DE BASE,
EN L'ABSENCE ET EN PRÉSENCE DE DOSES VARIÉES
DE VITAMINES B.

INTRODUCTION

La détermination des échanges respiratoires et du métabolisme de base prend chaque jour une importance plus considérable en clinique. Les médecins et chirurgiens de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye, qui en ont compris tout l'intérêt, ont doté le Laboratoire d'une installation remarquable dont nous avons eu l'avantage de profiter. Des appareils perfectionnés permettent, aujourd'hui, de faire très rapidement des déterminations précises.

L'évolution de nos connaissances sur la nutrition et sur l'utilisation par l'organisme des divers éléments a connu, au cours des trente dernières années, un essor considérable. L'essai biologique est venu apporter à l'essai chimique un appoint nouveau et l'étude des questions qui semblaient jusqu'alors les mieux élucidées a dû être reprise systématiquement. Les recherches de notre Maître R. LECOQ dans ce domaine sont trop connues pour que nous nous y attardions. Nous ne soulignerons ici que la notion nouvelle du déséquilibre alimentaire, trouble plus fréquent en clinique que l'avitaminose B et qui apparaît comme une cause importante de polynévrite.

Pour R. LECOQ, les différences chimiques qui séparent les diverses fractions organiques de nos aliments sont de peu d'importance puisque aussi bien les vitamines B sont indispensables à l'utilisation des glucides, des lipides et des protides.

Cette conception, à laquelle nous aurons l'occasion d'apporter des arguments nouveaux, est d'ailleurs partagée par notre Maître le Professeur COUTIERE qui, l'exprimant à sa manière habituelle à la fois imagée et humoristique, n'a pas craint de dire : « glucides, lipides, protides, des mots différents que sépare seulement l'épaisseur d'une feuille de papier à cigarette ».

Nous remercions M. LECOQ de nous avoir accueilli avec tant de sympathie dans son Laboratoire et de nous avoir donné le sujet que nous traiterons. Nous en reproduisons, ci-contre, le plan détaillé. Notre étude a porté sur les modifications des échanges respiratoires après ingestion de divers hexoses, additionnés ou non de vitamines B. Des essais furent effectués à la fois sur l'homme et sur le pigeon.

Qu'il nous soit permis d'adresser l'expression de notre sincère gratitude à M. le Professeur COUTIERE qui nous fait l'honneur de présider cette thèse et qui, au cours de nos recherches, nous a fait bénéficier de son esprit critique aiguisé et de ses vastes connaissances. Nous remercions également MM. les Professeurs agrégés PICON et BEDEL, qui ont bien voulu accepter de faire partie de notre jury.

Que M. LECOQ veuille bien croire à notre reconnaissance pour la patience et la bienveillance qu'il nous a toujours témoignées, ainsi que pour la précieuse collaboration qu'il nous a accordée dans la mise au point d'une technique particulière permettant la détermination du métabolisme de base chez le pigeon et dans l'étude particulière de l'action des substances de déséquilibre. Cette dernière série d'expériences a été rendue possible grâce à la subvention accordée au Laboratoire par la Fondation Loutreuil, de l'Académie des Sciences.

Nos remerciements vont, en outre, à tous ceux qui nous ont aidé au cours de ce travail de leurs conseils et de leur appui : à M. le Docteur H. BENARD, chef de Laboratoire à l'Académie de Médecine; à M. Maurice PETIT, directeur de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye; à Mlles E. JULIEN, RATEAU, CHASSAING, laborantines de l'hôpital, et Mlles S. JULIEN, MALBETE, MOMENCEAU, ARNAUD, ROBELIN et DELAPIERRE, qui se sont prêtées bénévolement à nos essais.

Terminons enfin en adressant à nos camarades Internes en médecine de l'hôpital de Saint-Germain-en-Laye notre meilleur souvenir et nos sentiments de cordiale sympathie.

PLAN

PAGES

PREMIERE PARTIE. — Le quotient respiratoire et le métabolisme de base chez l'homme normal et chez les animaux.

<i>Chapitre I.</i>	Ce qu'il faut entendre par métabolisme de base	5
<i>Chapitre II.</i>	La détermination du métabolisme basal chez l'homme	19
<i>Chapitre III.</i>	La détermination du métabolisme basal chez les animaux	41

DEUXIEME PARTIE. — Variations du quotient respiratoire et du métabolisme de base, chez l'homme, sous l'influence de divers hexoses et de quelques autres éléments nutritifs organiques.

<i>Chapitre I.</i>	Influence de l'ingestion de quelques hexoses sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal chez l'homme	53
<i>Chapitre II.</i>	Influence de l'ingestion de peptone de muscle et de quelques huiles sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal chez l'homme	73
<i>Chapitre III.</i>	Influence de l'ingestion de quelques hexoses accompagnés de vitamines B sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal, chez l'homme	91

TROISIEME PARTIE. — Variation du quotient respiratoire et du métabolisme de base, chez le pigeon, sous l'influence de divers hexoses en présence et en l'absence de vitamines B.

<i>Chapitre I.</i>	Influence de quelques hexoses sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal, chez le pigeon	105
--------------------	--	-----

	PAGES
<i>Chapitre II.</i> Influence de l'avitaminose B totale sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal, chez le pigeon.....	113
<i>Chapitre III.</i> Influence d'un déséquilibre alimentaire aigu sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal, chez le pigeon.	127
<i>Chapitre IV.</i> Influence d'un déséquilibre alimentaire atténué sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal, chez le pigeon	135

PREMIÈRE PARTIE

Le quotient respiratoire et le métabolisme de base chez l'homme normal et chez les animaux

CHAPITRE PREMIER

Ce qu'il faut entendre par métabolisme de base

Les premières études calorimétriques datent de LAVOISIER. « La respiration, écrivait-il dès 1777, n'est qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène semblable à celle qui s'observe dans une lampe ou dans une bougie allumée, et, sous ce point de vue, les animaux qui respirent sont de véritables corps combustibles qui brûlent et se consomment. »

La science n'a fait que confirmer cette mémorable découverte. Les phénomènes vitaux exigent, pour s'accomplir, une continuelle dépense d'énergie qui atteint, journellement, le chiffre moyen de 2.400 calories pour un homme adulte soumis à un travail modéré. Cependant, dans les conditions habituelles de la vie, la quantité de chaleur dégagée peut être exagérée ou diminuée sous l'influence des habitudes de vie propres à chacun, notamment du travail musculaire, du travail intellectuel, de l'alimentation, de la lutte contre le froid, du sexe, de l'âge. Mais cette quantité de chaleur nécessitée par les fonctions de relation vient s'ajouter à celle qu'exigent les fonctions internes de nutrition. Si la première est due à des causes occasionnelles contingentes, la seconde est à la base même de la vie : fonctions cellulaires, contractions cardiaques, jeux des muscles respiratoires, des muscles de l'intestin, etc.

Cette énergie, nécessaire au maintien des fonctions physiologiques indispensables, correspond à la *dépense minima* ou *dépense de fond* et constitue pour chaque individu une *constante* en rapport avec le poids et l'étendue du corps. C'est ce que l'on désigne, en définitive, sous le nom de *métabolisme de base*.

§ I. — Influence de la vie de relation sur le métabolisme de base

Pour arriver à la mesure du métabolisme de base, on devra commencer par supprimer toutes les influences de la vie de relation en mettant le sujet à jeun, au repos musculaire et en équilibre thermique.

a) La première condition à réaliser est d'opérer sur le sujet à jeun. L'influence de l'alimentation sur les échanges respiratoires

a été depuis longtemps mise en évidence. Elle apparaît presque immédiatement après l'ingestion d'aliments, quelle que soit la quantité absorbée, et l'on admet qu'elle se poursuit pendant plusieurs heures. L'augmentation du métabolisme, qui est la règle, varie considérablement suivant la quantité et la nature des aliments. C'est ainsi que RUBNER a noté chez le chien, comparativement au métabolisme initial, une augmentation de :

- 5,8 % après ingestion de glucides.
- 12,7 % après ingestion de lipides.
- 36,7 % après ingestion de protides.

C'est, d'après cet auteur, avec les protides que l'augmentation post-prandiale des échanges est la plus considérable. Elle serait au contraire la plus faible avec les glucides. De nouvelles expériences poursuivies sur l'homme ont montré, par ailleurs, une augmentation de :

- 2,8 % après ingestion de glucides.
- 26,8 % après ingestion de protides.

La nature de la substance ingérée n'est d'ailleurs pas seule en cause. L'augmentation du métabolisme est également en fonction de la quantité absorbée. C'est ainsi que DU BOIS a vu chez trois sujets le métabolisme monter de 11, 13, 24 % dans la seconde heure, après l'ingestion de 100, 200 et 300 gr. de glucose. MAGNUS-LEVY, d'autre part, donnant à un chien 140 gr. de lard, observe de la 3^e à la 6^e heure une élévation maxima d'environ 10 %, alors que celle-ci atteint 19 % pour 320 gr. du même aliment.

Les variations du métabolisme ont été suivies par Marcel LABBE et STEVENIN chez 10 sujets auxquels ils faisaient absorber 100 gr. de glucose et dont les échanges étaient mesurés toutes les 20 minutes, pendant une durée de 2 heures. Le maximum de l'augmentation des échanges fut obtenu :

- 1 fois après 20 minutes.
- 4 fois après 40 minutes.
- 3 fois après 1 heure.
- 3 fois après 1 heure 20.

La rapidité avec laquelle les échanges revenaient à la valeur initiale variait avec les sujets, puisque ce retour fut observé :

- 1 fois après 1 heure 20.
- 1 fois après 1 heure 40.
- 3 fois après 2 heures.
- 4 fois après ce temps.

Le taux d'augmentation du métabolisme s'est lui-même montré très variable puisqu'il a atteint dans les 10 mêmes cas : +8, +14, +19, +22, +22, +24, +29, +30, +46 et +62 %.

L'explication de l'augmentation des échanges gazeux après ingestion d'aliments pourrait être attribuée, selon L. ZUNTZ et LOEWY, au travail de la digestion, spécialement au fonctionnement des glandes digestives et au péristaltisme intestinal. BENEDICT et PRAT ont constaté, en particulier, qu'une plus grande combustion est observée chez le chien normal par rapport au chien dépancréaté à la suite de l'absorption d'une même quantité de nourriture. Dans les deux cas cependant, le mécanisme digestif reste le même, mais le chien dépancréaté ne peut assimiler qu'une partie des aliments ingérés.

Marcel LABBE et STEVENIN considèrent, par ailleurs, que chez le sujet alimenté normalement, le travail mécanique de la digestion produit une quantité de chaleur qui n'est pas négligeable. Cependant, BENEDICT et EMMES nient cette action calorique du péristaltisme ne l'ayant pas observée après administration d'agar-agar ou de purgatifs salins. Quoi qu'il en soit, l'assimilation des substances nutritives et leur passage dans la circulation restent les facteurs déterminants de l'augmentation post-prandiale des échanges respiratoires.

b) Secondairement, *on devra éliminer rigoureusement tout travail extérieur*. MAGNUS-LEVY et FALK, TIGERSTEDT, BENEDICT et ses collaborateurs estiment qu'on ne saurait trop prendre de précautions pour l'éviter. Tout mouvement dont l'importance peut paraître minime, de simples changements d'attitude même, peuvent entraîner un accroissement notable du métabolisme.

C'est ainsi que des sujets couchés, complètement immobiles, uniquement occupés à mastiquer de la chewing-gum, voient, selon BENEDICT et CARPENTER, augmenter leur métabolisme en moyenne d'environ 17 %. Une augmentation du même ordre s'observe dans la mastication d'un bouchon de caoutchouc. Chez l'homme couché, le simple passage à la position assise provoque, d'après ces mêmes auteurs, une augmentation des dépenses de 35 à 40 %.

Le balancement des bras au cours d'une marche rapide fait passer, ainsi que l'ont montré BENEDICT et MURSCHAUSER, chez un sujet debout, l'augmentation des dépenses caloriques du simple au double.

Notons encore, d'après ARMSBY, FRIES et BRAMAN, que le métabolisme de base du bœuf couché augmente de 41 %, lorsque l'animal se maintient debout.

On comprend dès lors que la règle suivante s'impose dans la détermination du métabolisme de base : *position couchée, relâchement musculaire aussi complet que possible, élimination absolue de tout mouvement*,

Cependant, LEFEVRE s'élève contre une telle manière de voir et prétend qu'aucune de ces différences ne serait plus observée si l'on commençait par soumettre le sujet à un équilibre thermique rigoureux. Nous allons voir ce qu'il convient d'en penser.

c) Les conditions de la *régulation de la température* ont été grandement discutées. C'est à l'éminent physiologiste Léon FREDERICQ que l'on doit la connaissance d'un minima de la production calorique en fonction de la température extérieure. LEFEVRE établit à la fois la réalité de ce minimum et sa signification, en montrant qu'en dehors des périodes de digestion et de travail extérieur, la dépense d'énergie se résout en deux parts physiologiquement distinctes. L'une, variable, fonction de la température extérieure, comprend une mise en jeu de tous les mécanismes régulateurs de la température interne, mécanismes déperditeurs ou de thermolyse si la température extérieure est trop élevée, mécanismes producteurs ou de thermogénèse si elle est trop basse. L'autre, fixe, correspond à la vie même des tissus et des organes et à leur fonctionnement. Nous y reviendrons dans le paragraphe suivant.

L'élimination de toute dépense de thermogénèse ou de thermolyse peut seule faire apparaître dans sa pureté la valeur du métabolisme de base. C'est pour cette raison que *l'organisme doit être placé dans des conditions telles qu'il n'ait besoin d'aucune combustion pour se défendre contre le froid ou la chaleur*.

La réalisation de cet équilibre thermique est habituellement obtenue dans la pratique courante, chez les sujets couchés, vêtus, recouverts d'une couverture et maintenus à la température moyenne de 16 à 18°.

LEFEVRE s'est violemment élevé contre cette méthode qui, selon lui, ne correspond nullement à la neutralité thermique, laquelle ne pourrait être obtenue chez l'homme, que dans un bain à la température de 36°.

Pourquoi le bain ? Parce que, et c'est là un fait physique sur lequel il est inutile d'insister, le contact avec l'eau permet à l'organisme un abandon beaucoup plus rapide que le milieu aérien de la chaleur résultant des dépenses de fonctionnement.

Pourquoi à 36° ? Parce qu'à cette température, l'organisme n'a aucune combustion à effectuer pour combattre le refroidissement, pas plus qu'il n'a de lutte à entreprendre contre l'échauffement. Pendant un séjour de trois heures dans un bain à 36°, la température profonde ne varie pas, en effet, de 2/10 de degré.

La détermination de cette température n'est pas le fait d'un hasard, mais le résultat d'un calcul minutieux basé sur l'étude des courbes normales de thermolyse et de thermogénèse.

BENEDICT et Cornélia BENEDICT ont montré que ce calcul théorique se trouvait en contradiction avec l'observation clinique de

sujets maintenus pendant plusieurs heures dans un bain à 36". En effet, le rythme du pouls a, dans ces conditions, une tendance à s'accélérer, ce qui implique un accroissement de l'activité circulatoire et du métabolisme. Le rythme respiratoire s'accélère parallèlement presque toujours, mais sans régularité uniforme. En confirmation de ce fait, le métabolisme de base déterminé par la méthode habituelle, chez des sujets couchés, vêtus et 12 heures au moins après le dernier repas, a donné des valeurs très concordantes, alors qu'elles s'élevaient sous l'effet du séjour dans le bain.

La discussion pourrait sans doute être prise du point de vue théorique et des modifications pourraient être apportées à la technique de LEFEVRE, mais il semble démontré qu'elle ne saurait présenter un grand intérêt pratique.

§ II. — *Influence de la vie des tissus et des organes sur le métabolisme de base.*

L'alimentation, le travail musculaire et la température extérieure agissent comme nous venons de le voir sur le métabolisme de base. Peut-on, en supprimant ces actions diverses, obtenir une valeur calorique représentant véritablement le fonctionnement de l'organisme à son état élémentaire ainsi que les diverses expressions employées par les auteurs le laissent entendre : *dépense de fond, dépense d'entretien, grundumsatz* (MAGNUS-LEVY) ; *erhaltungsumsatz* (LOEWY) ; *basal metabolism* (LUSK, BENEDICT) ; *standard metabolism* (KROGH) ; *basal metabolism rate* (PLUMMER et BOOTHBY) ; *dépense de l'énergie physiologique* (Jules LEFEVRE).

A vrai dire, le métabolisme protoplasmique se trouve plus ou moins vicié par le fonctionnement inévitable d'organes tels que le cœur, les reins, les muscles respiratoires. Ce travail interne intervient pour une part assez importante dans la détermination globale du métabolisme habituel. Le travail du cœur représente, en effet, 4 % de ce total d'après LOEWY et von SCHROETTER ; celui des reins, 5 % d'après BARCROFT et STAUB, et celui des muscles respiratoires, 10 % d'après LOEWY. Enfin, les contractions des fibres lisses du tube digestif et le tonus musculaire jouent vraisemblablement un rôle que nous avons antérieurement signalé, mais qu'il est assez difficile d'apprécier.

Selon KROGH, on pourrait admettre que 25 % environ du chiffre total du métabolisme basal trouvé doivent être attribués au fonctionnement des organes. En fait, dans les conditions normales, il ne semble pas que les modifications d'activité de ces divers organes affectent sensiblement les combustions de l'organisme, si nous mettons à part le travail des muscles respiratoires dans le cas

où il se montre excessif. Une dyspnée ou une tachycardie pourront devenir une cause d'erreur dont le clinicien devra tenir compte.

Ces éléments de trouble étant éliminés, on peut se demander si le métabolisme de base est une constante. Cette notion de valeur constante paraît ressortir, en effet, des études des premiers auteurs (SPEICK, ZUNTZ, LOEWY, JOHANSSON, MAGNUS-LEVY). Depuis, cette opinion s'est légèrement modifiée à la suite du grand nombre de déterminations faites par BENEDICT sur 136 sujets, à des intervalles assez éloignés et dans les mêmes conditions expérimentales. Cet auteur admet des variations moyennes d'ensemble de 13,9 %. BLUNT et DYE, par ailleurs, admettent des variations quotidiennes moyennes de 13,2 %, celles-ci pouvant osciller de 7,4 à 28,8 %. Nous aurons l'occasion de revenir un peu plus loin sur ce point et de formuler notre opinion personnelle.

§ III. — Définition du métabolisme de base

Nous venons de passer rapidement en revue les causes d'erreurs évitables et les causes d'erreurs inévitables qui interviennent dans la détermination du métabolisme de base. Celui-ci devrait logiquement être exprimé en grandes calories, l'heure étant prise comme unité de temps. Des unités de mesure de différentes ont été proposées auxquelles les calories devaient être rapportées.

a) *Le poids, la taille et la surface corporelle* ont été successivement proposés. On a pensé tout d'abord à utiliser comme unité de mesure le *poids*, et on a rapporté les échanges au kilogramme. Lorsqu'il s'agissait d'un sujet de dimensions normales, il est certain que le résultat est très acceptable. Il n'en était plus de même dès que le sujet atteint un embonpoint important.

On a tenté de corriger cette défectuosité en rapportant la détermination du métabolisme de base au *poids idéal*, c'est-à-dire au nombre de kilogrammes que le sujet devrait peser étant donné sa taille. Les résultats obtenus dans ces conditions sont beaucoup plus réguliers.

La *taille* a été prise moins souvent que le poids comme unité de mesure du métabolisme basal. Cependant, von NOORDEN rapporte ses résultats au centimètre de longueur. De même que pour le poids, le résultat n'est valable que pour les sujets de taille moyenne. Von GRUBER préconisa l'adoption d'un *indice statural* représenté par le rapport de la longueur à la racine carrée de la surface de la section transversale du corps.

C'est la *surface corporelle* qui, en définitive, a été adoptée par le plus grand nombre d'auteurs comme unité de mesure. Il y a déjà longtemps qu'on avait constaté le rapport de la chaleur ani-

male avec ce facteur. SARRUS et RAMEAU avaient établi, dès 1839, que la perte de chaleur -- et par conséquent la chaleur produite -- se montre proportionnelle à la surface corporelle.

MEEH publia le premier, en 1879, une formule permettant de calculer la surface d'après le poids du corps. Ce furent cependant RUBNER, en Allemagne, et RICHET, en France, qui mirent le mieux en évidence le rapport entre la surface corporelle et la chaleur animale. S'appuyant sur les déterminations faites sur des chiens de poids divers, RUBNER formulait sa *loi des surfaces* : « Chez les animaux à sang chaud, à jeun et au repos, de dimensions différentes, la consommation d'énergie se révèle proportionnelle à la surface de l'animal. » On ne tarda cependant pas à reconnaître que la loi des surfaces ne s'appliquait pas indistinctement à toutes les espèces animales. D'assez grosses différences furent observées, d'une espèce à l'autre, ainsi que le montre le tableau suivant, emprunté à RICHET :

	CO ² par heure et par mq
Bœuf	3,70
Moineau	3,22
Chien	2,65
Mouton	2,25
Souris	2,09
Homme	2,00
Oie, dinde	1,85
Poule et canard	1,72
Hérisson et cobaye	1,62
Rat et chat	1,56
Lapin	1,48
Marmotte	1,07
Tourterelle	1,04
Pigeon	0,92

Ce procédé commode d'appréciation n'est cependant pas à l'abri de toute critique car, selon RUBNER, le seul fait de mettre un sujet en état de neutralité thermique semble exclure le rôle de la surface corporelle comme facteur de déperdition de chaleur dans le milieu ambiant.

b) Différentes méthodes ont été proposées *pour calculer rapidement la surface du corps*. La plus ancienne, ainsi que nous le signalons, est la formule de MEEH. Cet auteur s'est basé sur des déterminations faites directement sur le corps divisé en surfaces géométriques transposées sur du papier transparent. La surface du corps (S) lui apparaît comme une fonction de la racine cubique du carré du poids (P) :

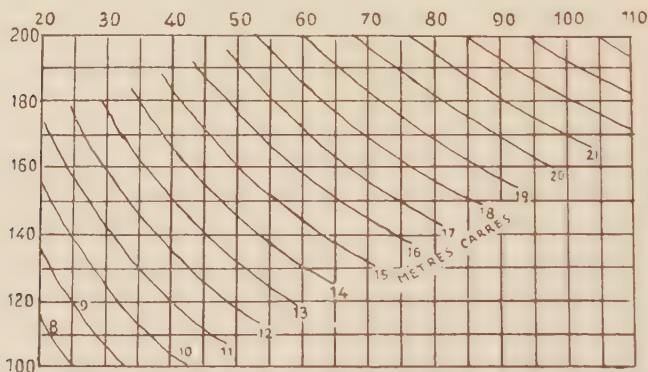
$$S = K \sqrt[3]{P^2} = K P^{2/3}$$

La constante K se montre différente pour chaque espèce ; pour l'homme, K égale 11,3. Cette formule a été critiquée par MAGNUS-LEVY et FALK, GEPHARD et DU BOIS, FUBINI et RONCHI. Exacte pour l'homme maigre, elle s'éloignerait beaucoup de la

vérité pour le sujet moyen et serait inexacte pour les femmes, l'erreur atteignant jusqu'à 33 %.

On a cherché à calculer K d'autres manières en utilisant des méthodes variées pour l'appréciation directe de la surface. D'ARSONVAL employait un tissu de soie spécial qu'il mesurait au moyen d'une décharge électrique. VARIOT et SAINT-ALBIN utilisaient des feuilles d'étain, DELAFIELD DU BOIS une étoffe qu'il découpait et mesurait. BENEDICT, enfin, avait recours à des photographies du sujet de face et de profil, exécutées à la même distance focale.

Quoi qu'il en soit, la méthode ainsi améliorée n'a pas prévalu. On donne actuellement la préférence aux méthodes d'HARRIS et BENEDICT ou d'Eugène DU BOIS qui tiennent compte de l'âge, du sexe, du poids et de la taille.



GRAPHIQUE I. — Table de E. et D. DU BOIS permettant le calcul rapide de la surface quand la taille (en ordonnées) et le poids (en abscisses) sont connus.

Les formules appliquées par HARRIS et BENEDICT sont chez l'homme :

$$B = 66,4730 + 13,7516 P + 5,0033 H - 6,7550 A$$

et chez la femme :

$$B = 655,096 + 9,5634 P + 18,496 H - 46,756 A.$$

B représentant les calories par 24 heures ; P le poids en kilogrammes ; H la taille en centimètres et A l'âge en années.

DU BOIS utilise une formule basée sur l'emploi de moulages de la surface du corps au moyen de feuilles d'étain, ainsi qu'il a été indiqué précédemment. Chacune des régions : tête, bras, mains, tronc, cuisses, jambes et pieds fut mesurée en plusieurs endroits pour trouver la longueur et la circonférence moyennes de chaque partie du corps, afin de calculer ce qu'il appelle la formule linéaire

pouvant seule être appliquée avec quelque certitude à des gens de volumes très divers.

Ultérieurement, E. DU BOIS et son cousin DELAFIELD DU BOIS, s'appuyant sur les connaissances précédentes, ont présenté une formule permettant le calcul de la surface S à partir de la taille H et du poids P.

$$S = 71,84 \times P^{0,425} \times H^{0,725}$$

La formule peut aussi s'exprimer de la façon suivante :

$$S = P \frac{1}{2,35} \times H \frac{1}{1,38} \times 71,84$$

et peut être résolue en logarithme ainsi qu'il suit :

$\log. S = \log. P \times 0,425 + \log. H \times 0,725 + 1,8564$
1,8564 est le logarithme de la constante.

Pour faciliter les calculs, on a construit un graphique avec lequel la surface approximative peut être déterminée immédiatement, la taille étant indiquée en ordonnées et le poids en abscisses, les lignes courbes correspondent aux surfaces en mètres carrés, l'intersection de l'horizontale qui correspond à la taille du sujet examiné et la verticale qui correspond à son poids donnent le chiffre de la surface cherchée (*voir graphique 1*).

c) Nous appuyant sur les connaissances précédentes, il devient facile de définir le métabolisme de base qui est l'énergie (en grandes calories) dépensée dans l'unité de temps (heure) et par l'unité de surface (mètre carré) par un sujet à jeun, au repos complet et en état d'équilibre thermique pour une température voisine de 16-18°.

§ IV. — Techniques de détermination du métabolisme de base

On peut apprécier le métabolisme de base soit par *calorimétrie directe*, soit par *calorimétrie indirecte*. La première méthode consiste à mesurer directement la chaleur dégagée, la seconde à déterminer les échanges respiratoires et à calculer, en partant de cette donnée, la quantité de calories émises par l'organisme.

Mesures par calorimétrie directe. — La calorimétrie directe peut être effectuée par appréciation du nombre des calories dégagées ou par détermination de la quantité de gaz carbonique produit.

a) Le plus simple des appareils est le calorimètre de LAPLACE et LAVOISIER qui peut être utilisé pour déterminer la chaleur dégagée par l'animal. Celui-ci est placé dans une enceinte parcourue par un courant d'air et entourée d'une masse d'eau dont deux thermomètres sensibles, l'un supérieur et l'autre inférieur, permettent d'apprécier l'échauffement. La circulation d'air est assurée

par une trompe à eau ou un moteur et on vérifie le fonctionnement à l'aide d'un barboteur. La masse calorifuge est constituée par des débris de liège maintenus à l'extérieur par une caissette de bois. L'élévation de la température de l'eau pendant une heure permet de calculer le dégagement calorique de l'animal par rapport à son poids.

Cette technique a été appliquée récemment par CHEVALIER et BAERT pour l'étude des variations du métabolisme du rat et du cobaye dans l'avitaminose et l'hypervitaminose A.

Une technique un peu différente a été proposée par NOYONS, qui apprécie la chaleur dégagée par les déperditions caloriques d'une résistance électrique chauffée, mise à la place du sujet dans un second calorimètre qui sert de témoin.

b) La calorimétrie directe a également été appliquée à l'étude de l'homme, d'une part, par ATWATER et BENEDICT et, d'autre part, par BENEDICT et CARPENTER.

ATWATER et BENEDICT ont construit un appareil constitué par une chambre de vastes dimensions afin que le sujet puisse y demeurer plusieurs jours de suite. L'air passe à sa sortie dans des récipients contenant les uns de la ponce sulfurique pour enlever de la vapeur d'eau, les autres de la chaux sodée pour absorber l'acide carbonique produit. L'augmentation de poids de ces récipients donne les quantités de vapeur d'eau et d'acide carbonique éliminées. Un dispositif permet de rétablir la composition primitive de l'air en y ajoutant de l'oxygène et on le réintroduit ensuite dans la chambre. La quantité d'oxygène ajoutée est appréciée volumétriquement.

L'appareil de BENEDICT et CARPENTER comporte un lit sur lequel le sujet repose. Ce lit se trouve dans un espace clos, muni de dispositifs indispensables pour mesurer la chaleur produite et est relié à ceux-ci pour calculer la quantité d'oxygène absorbée, de gaz carbonique produit et d'eau éliminée. Les déterminations se font sur 3 à 4 heures. Le dispositif se trouve donc beaucoup plus réduit qu'avec l'appareil primitif de BENEDICT et ATWATER où les sujets devaient subsister 3 à 4 jours.

L'appareillage construit sur les données de LEFÈVRE à l'Institut d'hygiène alimentaire, et utilisé pour les déterminations faites par LEFÈVRE et AUGUET, est plus complexe encore que celui d'ATWATER, mais d'une absolue précision.

Mesures par calorimétrie indirecte. — La calorimétrie indirecte établie par comparaison avec la calorimétrie directe permet de mettre en œuvre des appareils moins compliqués, de maniement moins long et d'appréciation plus rapide. Elle est basée sur l'étude des échanges gazeux et comporte la connaissance du nombre de

litres d'oxygène consommés par le sujet dans un temps donné et le nombre de litres de gaz carbonique produit pendant le même temps. Le rapport du volume de l'acide carbonique dégagé au volume d'oxygène consommé est désigné sous le nom de *quotient respiratoire*. Il est aisé de remonter, en partant de ces valeurs expérimentales concernant les échanges respiratoires, aux valeurs calorimétriques dont une chambre calorimétrique eût permis la mesure. On sait, en effet, combien la combustion d'un litre d'oxygène dégage de calories, autrement dit on connaît le coefficient thermique de l'oxygène. En multipliant par ce coefficient le volume consommé par heure et en divisant le résultat par le nombre exprimant la surface du corps, on obtient un nombre qui est exactement celui des calories trouvées dans le métabolisme basal dans la mesure calorimétrique directe. L'équivalence des deux procédés a été établie d'une manière absolue par toute une série de déterminations.

Cette méthode permet également de déterminer le quotient respiratoire qui est, nous venons de le voir, le rapport entre le gaz carbonique rejeté et l'oxygène utilisé.

L'opération pourra être poursuivie en *circuit fermé* (méthode de REGNAULT et REISET) ou en *circuit ouvert* (méthode de LAULANIE).

a) Dans l'appareil de REGNAULT et REISET, le sujet respire dans une enceinte fermée constituée habituellement par une cloche de verre. Le gaz carbonique se trouve absorbé au fur et à mesure de sa production par de la potasse. L'oxygène consommé est remplacé par de l'oxygène provenant d'un ballon (ce qui permet la mesure). La quantité de gaz carbonique éliminée est obtenue par pesée de l'oxygène consommé appréciée par différence.

C'est une variante de cet appareil qui a été préconisée par BENEDICT et que nous avons employée nous-mêmes pour nos déterminations sur les animaux.

HOPPE, SEYLER et BENEDICT ont transposé cette méthode en la rendant applicable à l'homme.

BENEDICT a présenté successivement plusieurs modèles d'appareils. Le premier étant relativement compliqué, nous ne croyons pas utile d'en donner ici la description. Le dernier, très simplifié, permet au contraire de réaliser des examens cliniques rapides.

Le sujet respire de l'oxygène pur au moyen d'un masque ou d'une soupape buccale. Le gaz expiré est dépouillé de son acide carbonique dans des récipients contenant de la chaux sodée et l'oxygène ainsi purifié est respiré à nouveau par le sujet à examiner. La quantité d'oxygène absorbée pendant l'expérience est déterminée volumétriquement et la pesée des récipients de chaux sodée permet d'établir, en poids, la quantité de gaz carbonique expiré. Il n'est donc pas nécessaire de procéder à des analyses de gaz.

L'appareil se compose essentiellement d'un mécanisme respiratoire très simple avec ou sans soupape. Dans ce dernier cas, pour éviter au sujet de fournir un trop gros effort, une ventilation électrique insufflé l'air expiré à travers les récipients de chaux sodée chargée de le purifier. Entre le masque et l'appareil de chaux sodée se trouve intercalé un spiromètre constitué par des soufflets de cuir dont la distension actionne une aiguille qui permet d'apprécier en litres, décilitres et centilitres, le volume de l'air expiré par le sujet. L'approvisionnement en oxygène se fait, en dehors du circuit, au moyen d'un gazomètre. Une aiguille se déplaçant avec celui-ci indique le niveau d'abaissement sur une échelle graduée permettant d'apprécier l'oxygène utilisé.

Les récentes constatations de DAUTREBANDE et HALDANE montrent que la respiration d'oxygène pur élève le seuil de l'acide carbonique dans les centres respiratoires, probablement par contractions des capillaires du bulbe. Cette vaso-constriction a pour effet très net l'augmentation de la ventilation pulmonaire. BARACH et WOODWELL et RING ont montré, par ailleurs, qu'une atmosphère d'oxygène pur provoque, même chez des personnes bien portantes, un accroissement du taux d'oxygène dans le sang, lequel n'est pas utilisé dans les combustions, ce qui conduit, en définitive, à l'obtention de résultats trop élevés. Pour éviter cet inconvénient, HANNON et LYMAN ont proposé la substitution d'un mélange d'air et d'oxygène à l'oxygène pur. Il est plus simple encore, à notre avis, lorsqu'il s'agit d'adultes, d'avoir recours à l'un ou l'autre des appareils à circuit ouvert qui ont été proposés.

Quand il s'agit d'animaux ou de jeunes enfants, l'inconvénient se trouve pratiquement réduit du fait que l'expérience porte sur une plus longue durée. C'est ce qui explique que la technique continue à être employée non seulement pour l'expérimentation, mais encore dans l'étude du métabolisme basal chez le nourrisson et chez le jeune enfant ainsi que la pratiquait FOUET, dès 1924, dans le service de RIBADEAU-DUMAS.

b) Dans la détermination du métabolisme basal en circuit ouvert, le sujet, muni d'un masque, respire l'air atmosphérique et l'on recueille l'air expiré dans un récipient approprié qui permet de mesurer le débit sur un temps limité. Des échantillons de cet air sont ensuite prélevés pour y rechercher la teneur en gaz carbonique et en oxygène au moyen d'un appareil approprié (eudiomètre de LAULANIE ultérieurement perfectionné par PLANTEFOL).

Cette technique est celle que nous avons adoptée pour nos déterminations chez l'homme, en nous basant sur les observations que nous avons pu faire au cours d'un stage dans les différents hôpitaux de Paris, où diverses méthodes pour la détermination du

métabolisme basal étaient couramment appliquées. Nous en donnerons la description très détaillée dans le chapitre suivant. Notons dès maintenant les avantages qu'elle présente : on évite les erreurs par perte d'air car un circuit fermé important est rarement d'une étanchéité parfaite ; la période expérimentale peut être commencée à n'importe quelle phase du cycle respiratoire ; les inconvénients d'un excès d'oxygène dans l'atmosphère respirée sont évités. Le revers de la méthode est la nécessité d'une recherche extrêmement soignée du taux d'oxygène et de gaz carbonique dans l'air expiré.

Nous nous contenterons de signaler qu'une méthode *spectroscopique* a été récemment proposée par GUILLAUME d'après laquelle le quotient :
$$\frac{\text{teneur du sang en oxyhémoglobine}}{\text{rapidité de la réduction de l'oxyhémoglobine}}$$
 serait parallèle à la valeur obtenue par le métabolisme de base fondamental. Il convient d'attendre de plus amples recherches avant d'émettre un jugement sur la valeur de cet ingénieux procédé.

CHAPITRE II

La détermination du métabolisme basal chez l'homme

Le principe de l'appareil à circuit ouvert que nous avons utilisé est le suivant : le sujet respire l'air atmosphérique ; on recueille et on mesure le volume d'air expiré en un temps donné ; on analyse un échantillon de cet air et on détermine, par là-même, la quantité d'oxygène consommé et le quotient respiratoire.

§ I. — Appareillage

L'instrumentation comporte obligatoirement (*voir fig. 1*) :

1° Un dispositif s'adaptant aux voies respiratoires du sujet et canalisant le courant respiratoire, pourvu d'une soupape double séparant l'air inspiré de l'air expiré (*masque*) ;

2° Un appareil de mesure pour l'air expiré et un récipient où conserver cet air jusqu'au moment où sera effectué le prélèvement pour l'analyse au moyen d'un dispositif particulier (*gazomètre*) ;

3° Un appareil d'analyse des gaz de l'air expiré (*eudiomètre*).

a) L'emploi du *masque* nous a paru préférable aux *appliques buccales et nasales* qui ont l'inconvénient d'accélérer la respiration et par là même les erreurs dans le calcul du débit.

Le masque choisi est celui de TISSOT à double soupape qui permet, sans perte d'air exhalé, d'obtenir un débit et une respiration normaux. C'est un masque maintenu devant le visage par des bandes de caoutchouc passant sur la tête et derrière elle. Il a été amplement vulgarisé pendant la guerre. Il est d'une pose très aisée, très rapide et ne se déplace pas. Il recouvre entièrement le visage, mais seulement par son pourtour, sur le front, le côté des joues et le menton. En face des yeux se trouvent deux rondelles de mica serties hermétiquement dans le caoutchouc et permettant au sujet de suivre les mouvements de l'opérateur. La paroi du masque en avant de la bouche et du nez est écartée par une pièce qui prend appui au creux du menton et sous le nez. Un embout

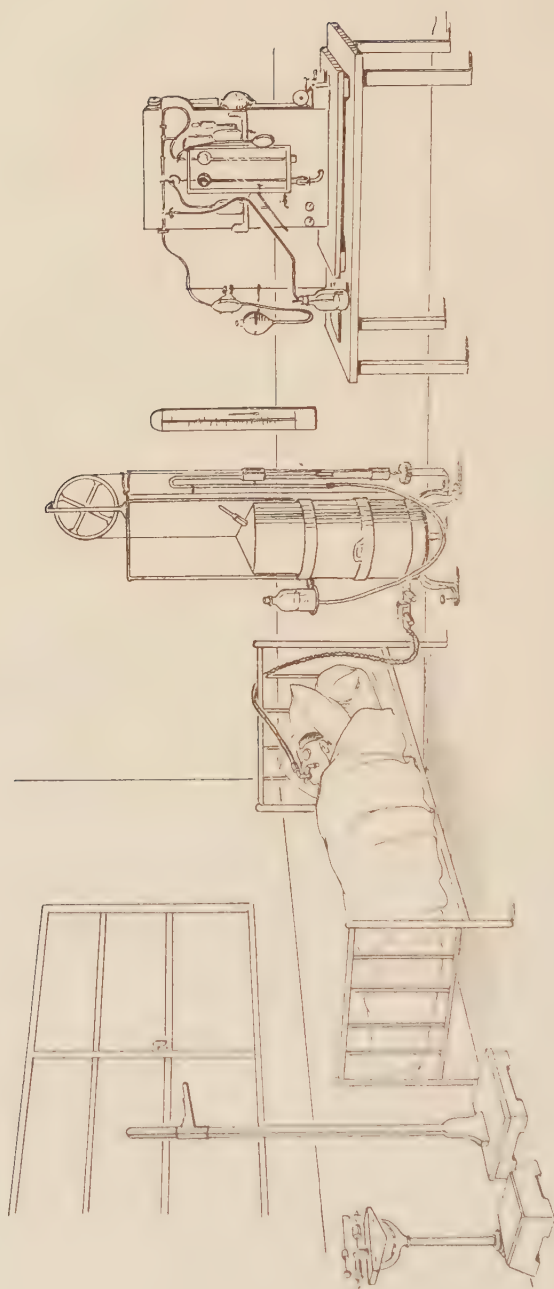


FIGURE 1. — Dispositif utilisé pour la détermination du métabolisme de base chez l'homme, comportant de gauche à droite : une bascule, une toise, un lit où repose le sujet pourvu d'un masque, un gazomètre recevant l'air expiré, un baromètre fixé au mur et un eudiomètre pour l'analyse de cet air.

métallique placé devant la bouche comporte deux soupapes d'aluminium extrêmement légères, jouant en sens contraire et assurant d'une façon parfaite la séparation des courants d'air inspireurs et expirateurs. Tandis que l'une des extrémités de l'embout aspire l'air extérieur, l'autre extrémité rejette l'air expiré dans un tube de caoutchouc dont le calibre est tel que l'air puisse y circuler sans résistance pour éviter tout effort de la part du patient. Après un temps de respiration libre, ce caoutchouc est relié à un gazomètre.

Nous avons pu constater que, dans ces conditions expérimentales, tous nos sujets respiraient très librement sans aucun gêne. Ceci est particulièrement important, car la gêne respiratoire entraîne, selon DAVIES, HALDANE et PRIESTLEY, des mouvements respiratoires plus profonds et moins fréquents ainsi qu'une augmentation de l'acide carbonique dans l'air alvéolaire.

b) Le débit respiratoire peut être apprécié de deux manières différentes, soit par un *spiromètre*, soit par un *gazomètre*. Le spiromètre de VERDIN, le plus fréquemment utilisé, est un dispositif de mesure des volumes gazeux constitué par une sorte de soufflet en cuir dont la distension met en marche un engrenage et une aiguille qui indique la quantité d'air l'ayant traversé. Cet appareil est considéré comme suffisant pour les recherches cliniques ; mais il a l'inconvénient de se dérégler assez facilement. Il nous a semblé, dans ces conditions, préférable d'adopter l'usage du gazomètre qui a, en outre, l'avantage de recueillir tout l'air expiré.

Le gazomètre de TISSOT est constitué par une cloche en cuivre mince s'insérant entre les deux parois d'une cuve cylindrique renfermant de l'eau. Quand elle est vide d'air, la cloche s'applique exactement sur le cylindre intérieur qui est traversé par un conduit qui amène l'air expiré et est équilibré, par ailleurs, sur une poulie très sensible au moyen d'un contrepoids formé pour une part par un cylindre creux contenant de l'eau. Un siphon met en communication l'eau de la cuve où plonge le gazomètre et l'eau contenue dans le contrepoids. Quand la cloche est totalement enfoncée dans l'eau, le contrepoids remonté au bout de sa course contient peu d'eau. Quand la cloche s'élève, le contrepoids s'abaisse et se charge d'eau par le siphon. Les dimensions ont été choisies pour que la charge dont s'augmente le contrepoids corresponde à la diminution de la poussée par l'eau, subie par la cloche. Ainsi, l'appareil est en équilibre dans toutes les positions et n'offre aucune résistance à la respiration. Le gaz qu'il contient se trouve à la pression atmosphérique. Le modèle habituel peut contenir 100 litres d'air et une échelle graduée permet d'apprécier le 1/10 de litre. Un thermomètre inséré dans un bouchon de caoutchouc permet de constater la température de l'air.

Il est possible de substituer à ce thermomètre un raccord relié à une ampoule de 300 à 400 cc. terminée par un embout de caoutchouc. La prise de l'échantillon se fera très simplement. Il suffira d'appuyer sur la cuve en cuivre pour que l'air passe de celle-ci dans l'ampoule après en avoir chassé, sous l'influence de la pression, l'air qui s'y trouvait. Cette petite manœuvre étant opérée et plusieurs litres d'air ayant été ainsi rejetés, on peut considérer que l'ampoule est pleine d'air exhalé sans mélange et peut servir à la détermination du métabolisme de base. On obture donc l'extrémité de caoutchouc avec une pince à vis à molette puis, lorsque la pression est redevenue normale, on ferme une vis similaire placée à l'autre extrémité.

c) L'analyse des gaz recueillis est ensuite effectuée au moyen d'un *eudiomètre*. Le plus ancien modèle des appareils de ce genre est l'eudiomètre double à potasse et à phosphore de LAULANIE. Il se compose essentiellement d'un tube de verre en U dont les deux branches verticales sont graduées en millimètres. L'une de ces branches (le *comparateur*) est ouverte à la partie supérieure et se trouve en communication directe avec l'air atmosphérique. L'autre (le *mesureur*) est renflée à sa partie supérieure en une ampoule et mesure 100 cc. jusqu'au trait marqué 0 à la partie inférieure du tube. Ce mesureur communique par un robinet à trois voies, suivant l'orientation de ce dernier, soit avec l'extérieur ou avec un tube de caoutchouc qui aboutit au flacon dans lequel se trouve l'air à analyser, soit avec une ampoule contenant une solution de potasse à 20 % ou avec une ampoule renfermant des fragments de phosphore blanc et remplie d'eau. Chacune des branches du tube en U peut être fermée par un robinet à sa partie inférieure. Un tube de caoutchouc terminé par une ampoule de verre mobile fait suite au tube en U. L'ampoule et le tube en caoutchouc sont remplis d'eau. Lorsque les robinets sont ouverts et qu'on élève l'ampoule, l'eau monte également par les deux tubes tendant à se mettre à égalité de pression avec la surface de l'eau de l'ampoule.

C'est grâce au déplacement de l'ampoule et au jeu des robinets qu'on peut admettre dans l'appareil l'échantillon d'air prélevé, le faire passer dans les récipients de potasse et de phosphore, le mesurer à la pression atmosphérique et l'expulser au dehors. Le tube est enfermé dans une cuve à eau qui empêche les variations de température au cours de l'expérience.

PLANTEFOL, qui a étudié de très près le fonctionnement de cet appareil, y a apporté un certain nombre de modifications qui permettent de meilleures déterminations, notamment la suppression des espaces nuisibles, des graduations toujours discutables, la substitution du mercure à l'eau susceptible de dissoudre du gaz

carbonique. Nous en donnerons, dans le paragraphe ci-après, une plus complète description en même temps que nous préciserons la technique du dosage du gaz carbonique et de l'oxygène.

§ II. — Dosage du gaz carbonique et de l'oxygène de l'air expiré

L'eudiomètre de PLANTEFOL que nous avons utilisé a été décrit par son auteur sous le nom d'eudiomètre de type universel.

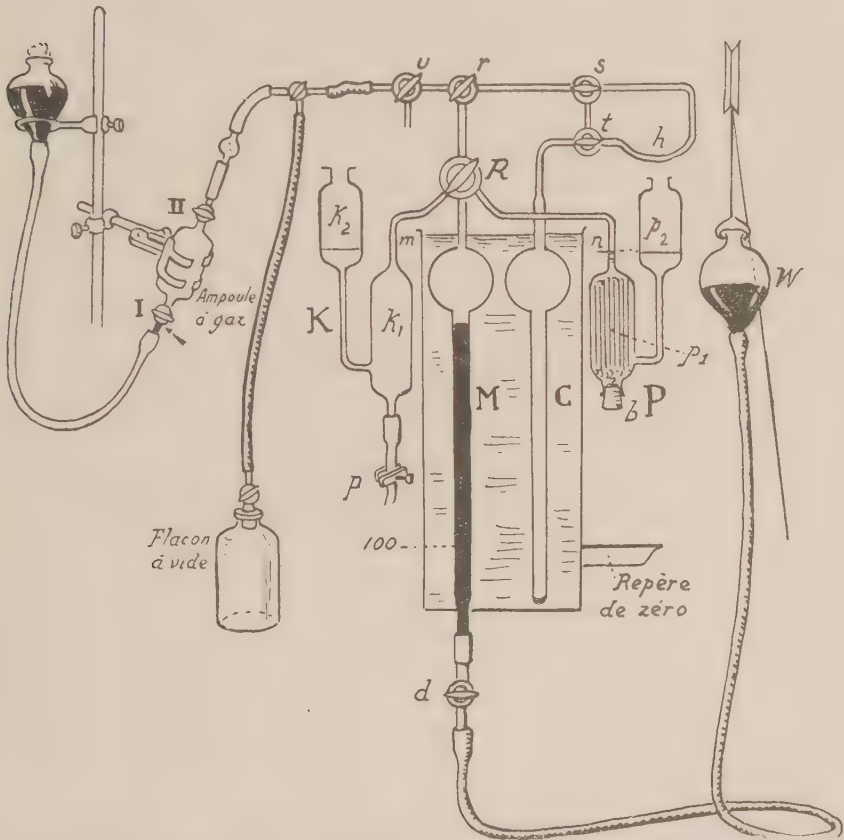


FIGURE 2. — Schéma de l'eudiomètre perfectionné de PLANTEFOL, utilisé par l'analyse des gaz de l'air expiré dans la détermination du métabolisme de base, chez l'homme.

a) Il se compose essentiellement d'une éprouvette graduée ou *mesureur*, de flacons ou laboratoires renfermant l'un de la potasse et l'autre du phosphore, d'un dispositif thermo-barométrique ou *comparateur*, et de tubes de jonction semi-capillaires.

Le schéma de l'appareil est le suivant (*voir fig. 2*) :

Un mesureur *M* dont le volume intérieur, jusqu'au trait marqué 100, est de 100 cc. à 15°, porte à sa partie supérieure un

robinet *R* d'un type spécial, à 4 voies, dont les deux branches latérales sont en relation avec deux laboratoires, l'un à potasse *K*, l'autre à phosphore *P*, et dont la branche supérieure porte un robinet à trois voies *r*. Ce robinet a deux branches horizontales. La branche de gauche est en rapport avec un second robinet à trois voies *v* destiné à la prise de gaz. La branche de droite est reliée au thermo-baromètre-comparateur constitué par un tube *C* de forme et de volume très analogues au mesureur *M* et joint à lui par un tube capillaire sur le trajet duquel la présence de deux robinets à trois voies *s* et *t* permet d'établir de deux manières différentes (en ligne droite de *s* à *t*, ou indirectement en passant par *h*) la liaison entre *C* et *M*. A sa base, le mesureur est raccordé par un caoutchouc à un réservoir à mercure *W*. La manœuvre d'un treuil permet d'élever *W* jusqu'au haut de l'appareil.

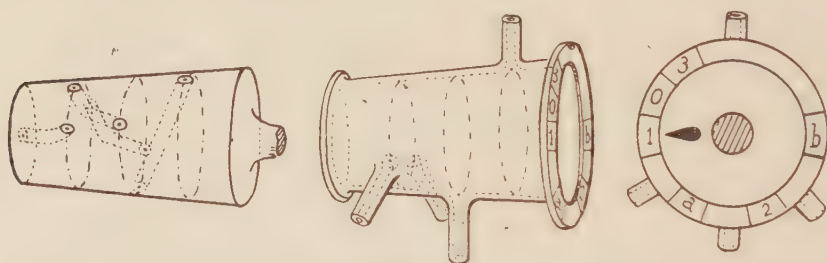


FIGURE 3. — Détail du robinet spécial *R* de l'eudiomètre de PLANTEFOL. Le robinet et son boisseau sont donnés séparément en vue latérale, l'ensemble est présenté vue de face en supposant la poignée du robinet supprimée.

Mesureur et comparateur sont immergés dans une cuve à eau munie de glace à ses faces antérieure et postérieure. La cuve et la verrerie sont fixées sur un bâti de bois échancré d'une fenêtre derrière la cuve et dont le socle, muni de vis calantes, permet de rendre parfaitement vertical le tube du mesureur.

Devant le tube du mesureur se déplace un viseur à vernier analogue à ceux décrits par TISSOT.

Le *mesureur* est un tube cylindrique surmonté d'une boule reliée au robinet *R* par un tube semi-capillaire. Le volume total de la surface de la clé du robinet *R* fermé jusqu'au dernier trait de la division, au bas de l'appareil, est de 100 cc., la surface affleurant au point 100 étant un ménisque de mercure. La section du tube est telle qu'un centimètre cube occupe un peu plus d'un centimètre de longueur. La partie graduée s'étend au moins de 70 à 100 ; elle est divisée en dixièmes de centimètre cube.

Le *robinet*, qui constitue la partie essentielle de l'appareil, comporte quatre voies qui aboutissent à son boisseau et sont réparties dans trois plans partageant sensiblement par quarts la longueur du rodage (voir fig. 3). De face, les deux voies supérieures et infé-

rieures sont dans le plan vertical passant par l'axe du cône ; les deux voies latérales s'insèrent à la partie inférieure en formant un angle de 60° avec le plan vertical. Ces deux dispositions empêchent la majeure partie des fuites qui se produisent dans le robinet entre la clé et le boisseau comme dans l'appareil de LAULANIE.

Une perçée droite met en communication le mesureur (plan II) et le robinet *r* (plan I), deux perçées courbes mettent en communication chacune le mesureur (plan II) et un laboratoire (plan III) : on remarquera que, menées symétriquement par rapport à un plan, elles ne s'ouvrent chacune que pour une position bien déterminée du robinet.

Les *laboratoires* sont constitués par un cylindre se raccordant, vers le haut, à un tube semi-capillaire qu'un caoutchouc doit réunir à l'une des voies latérales du robinet *R*. Sur le côté ils portent un réservoir cylindrique à l'extrémité d'un tube de sûreté dont la longueur est telle que la partie dilatée du réservoir vient à mi-hauteur du tube semi-capillaire vertical. Le bas du laboratoire à potasse (situé à gauche de l'appareil) porte un tube sur lequel un caoutchouc et une pince permettent la vidange du réactif. Le bas du laboratoire à phosphore porte une tubulure courte, bouchée au caoutchouc qui, comme on le verra, permet le remplissage du laboratoire. Dans les deux laboratoires, la forme de la partie supérieure est telle qu'aucune bulle de gaz n'y peut demeurer emprisonnée.

Comme la plupart des appareils d'analyses de gaz, c'est la manœuvre d'un piston liquide (mercure) qui permet, avec les manipulations convenables du robinet *R*, le déplacement du gaz et sa mise en contact avec les réactifs. Quand le mesureur *M* est rempli de gaz à la pression atmosphérique, le réservoir à mercure *W* se trouve toujours vers le bas de sa course, au voisinage du trait 100. Ayant mis le robinet *R* en position convenable pour établir la communication entre *K* et *M*, on pourra envoyer le gaz au contact de la solution de potasse, en soulevant *W*. La manœuvre inverse ramènera le gaz dans le mesureur.

Des tubes de verre semi-capillaires partant du robinet *R* et passant par les robinets *r*, *s* et *t* aboutissent au comparateur *C*. Notons qu'entre les robinets *r* et *s*, une branche courbe *h* renferme une goutte d'acide caproïque jouant, entre le comparateur et le mesureur, un rôle de manomètre fin.

La manœuvre du comparateur s'opérera comme suit. C'est automatiquement qu'on met le gaz du comparateur et celui du mesureur à la même pression. Il faut qu'avant cette manipulation, la pression du gaz à analyser dans le mesureur soit un peu supérieure à celle de l'atmosphère. Peu importe que celle qui règne dans le comparateur, toujours peu différente de la pression atmosphérique, lui soit un peu supérieure ou inférieure. On aura amené à

la pression atmosphérique le contenu du mesureur et du comparateur en réalisant les dispositions des robinets figurés par le schéma I (voir fig. 4). On peut alors, tournant les robinets *r*, *s* et *t* comme l'indique le schéma II, mettre en relation ces deux masses gazeuses qui ne sont plus séparées que par la goutte d'acide caproïque. Si la pression augmente, cet index se déplace. On note sa position par rapport à la position initiale. On conçoit, dès lors, qu'ayant déterminé la position de l'index après mise en équilibre des pressions de gaz, il soit possible, après l'absorption de l'acide carbonique, de ramener la goutte d'acide caproïque à occuper exactement sa position primitive.

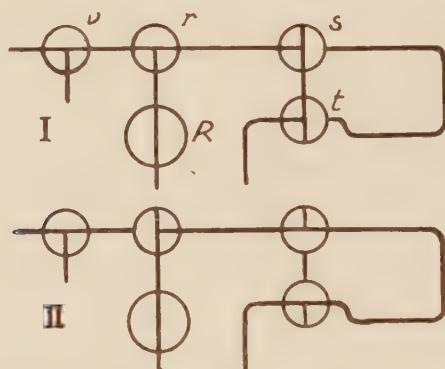


FIGURE 4. — Schéma montrant la position des robinets au début de l'emploi du comparateur.

Le *thermobaromètre* est un récipient contenant un volume gazeux du même ordre de grandeur que celui sur lequel porte l'analyse. Il est séparé du mesureur par un manomètre. L'analyse vise à déterminer les pourcentages de gaz carbonique et d'oxygène contenus dans le gaz étudié. Elle compte deux séries d'opérations ; des manipulations ayant pour but : 1° d'amener l'échantillon dans l'éprouvette graduée ou mesureur, de le mener dans les laboratoires et de le ramener dans le mesureur ; 2° de mesurer des volumes qui sont les seuls dans lesquels sert le thermobaromètre comparateur.

Le gaz à analyser occupe dans le mesureur *M* un volume défini (100 cc. par exemple). Il est séparé du gaz enfermé dans le comparateur par un manomètre *A*. L'horizontalité des niveaux du manomètre indique que les masses gazeuses du mesureur et du comparateur sont en équilibre de pression. Les dispositifs réalisés et la conduite de la manipulation doivent, ainsi que la température des deux masses gazeuses, être les mêmes. Une fois le gaz carbonique absorbé, la masse gazeuse du mesureur est diminuée, c'est-à-dire

que si le volume apparent n'est pas changé, la pression a baissé (schémas I et II). Il faut comprimer le gaz, en diminuer le volume jusqu'à l'établissement de l'égalité de pression avec le gaz du comparateur avant d'en faire une lecture nouvelle du volume (schémas I et III) et il faut recommencer de même manière après l'absorption de l'oxygène.

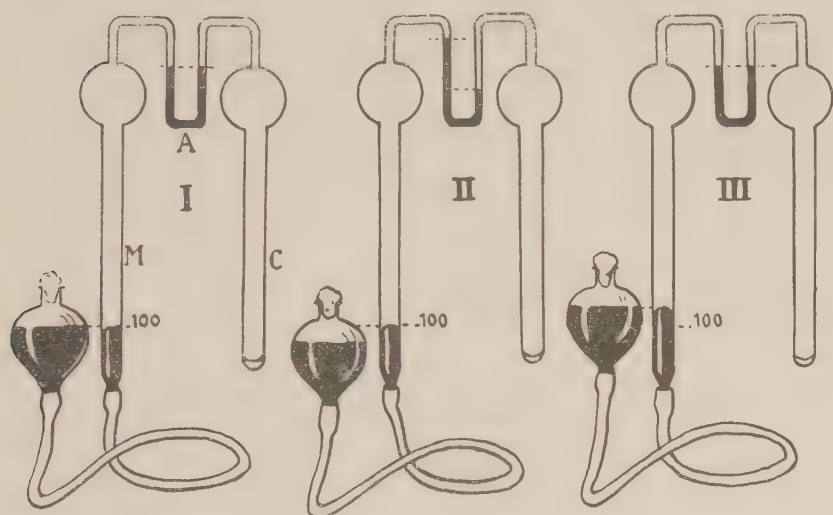


FIGURE 5. — Schéma de l'appareil d'analyses à thermobaromètre, montrant les phases diverses des manipulations.

Il y a lieu de remarquer qu'un manomètre ouvert sur l'atmosphère ne donnerait pas des indications comparables à celles du thermobaromètre. En premier lieu, l'égalité de pression avec l'air atmosphérique n'a de signification que pour un temps très court étant donné la variation de la pression atmosphérique. D'autre part, la température du gaz du mesureur a pu changer, venant modifier les conditions de volume à pression constante. Le plus souvent, la température et la pression ont changé simultanément. L'emploi du thermobaromètre nous met à l'abri de ces variations, puisque le tout est enfermé dans une masse d'eau dont la température à différents niveaux est la même, le brassage de l'eau étant effectué au moyen d'une poire chassant des bulles d'air.

La lecture des volumes est obtenue au moyen d'un *viseur* et de son *vernier*. A l'avant de la cuve, se trouve fixée une règle verticale portant un viseur mobile fait d'une pièce horizontale, ayant à une extrémité un œilleton percé d'un trou et à l'autre un cadre sur lequel est tendu un fil horizontal. Regardant par l'œilleton du viseur, l'observateur définit, grâce au fil fin, le plan horizontal passant par l'œilleton.

Tout l'ensemble du viseur glisse sur la réglette verticale. Une vis molletée permet de le fixer en un point quelconque de la réglette. Une seconde vis molletée agit sur une crémaillère portée par la partie du viseur qu'on a immobilisée et élève ou abaisse le plan portant l'ocillon et le fil.

b) L'appareil étant connu, nous exposerons maintenant la *technique détaillée de sa manipulation*. Avant de commencer l'analyse, l'appareil doit se trouver dans les conditions suivantes (*voir fig. 6*) : d est fermé, R en position 0, r en position 3, v en position 1, s en position 2, t en position 12. Le réservoir W et le ménisque dans le mesureur ont été laissés dans la position où ils se trouvaient lors de la lecture du volume d'azote restant à la fin de la dernière expérience.

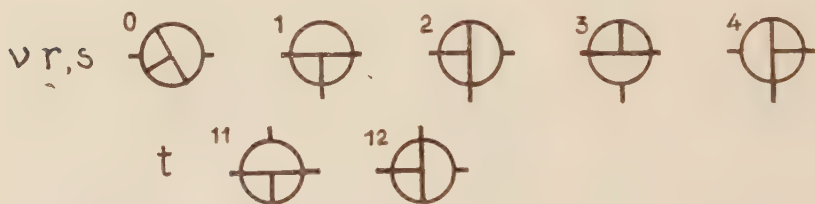


FIGURE 6. — Schéma montrant la technique de manipulation des divers robinets.

Au moyen de deux tubes de caoutchouc fixés à chaque extrémité, on relie l'ampoule remplie d'air à analyser, d'une part, à l'eudiomètre et, d'autre part, à une ampoule remplie de mercure et prolongée d'un caoutchouc qui permettra, par un mouvement de vases communicants, de servir de piston pour chasser l'air dans l'eudiomètre.

Auparavant, on expulsera de l'appareil l'azote restant d'une expérience ultérieure. Pour cela, on met r en position 2, R en position 1 ; élevant le réservoir à mercure W et ouvrant d , on chasse l'azote qui restait dans le mesureur et on amène le ménisque de mercure à 1 cm. environ au-dessous de R . D'autre part, on évacuera l'air des espaces nuisibles compris, d'un côté, entre l'ampoule et le piston de mercure et, de l'autre, entre l'ampoule et le robinet R de l'appareil. Le premier sera très simplement expulsé en abaissant l'ampoule à air par rapport à l'ampoule de mercure : le second en reliant le robinet v à un flacon dans lequel on a préalablement fait le vide au moyen d'une pompe à eau. Le maniement assez délicat comporte les manipulations suivantes : on met alors le robinet v en position 3 ; on ouvre, puis on referme le robinet 2 de l'ampoule à gaz ; on met r en position 1 et on recommence deux fois l'ensemble de ces mouvements.

Pour la prise de l'air, on ouvre successivement les robinets II et I de l'ampoule (voir figure 2). On ouvre le robinet *d* et on abaisse le réservoir *W* jusqu'un peu au-dessous de la dilatation du mesureur. On attend que le mercure ait cessé de monter dans l'ampoule à gaz. On ferme alors le robinet I. A l'aide du treuil qui commande le réservoir *W*, on fait descendre lentement le mercure dans le tube gradué du mesureur. Comparant les niveaux du mercure dans le mesureur et en *W*, on peut voir que le gaz ne se trouve pas sensiblement en dépression. On arrête le mouvement de descente de *W* quand la surface libre du mesureur arrive dans le plan de son repère. Ouvrant tout doucement le robinet I de l'ampoule à gaz, on fait descendre le mercure de 1 cm. environ au-dessous du trait 100 de la graduation, créant une dépression de 1 cm. de mercure, puis on referme le robinet I.

On ajuste le viseur au trait 100, puis, ouvrant *d* et remontant doucement *W*, on amène le ménisque de mercure à l'affleurement du trait. Mettre *r* en position 0. Attendre 10 minutes, pendant lesquelles on agitera de temps en temps l'eau de la cuve. On retirera l'ampoule à gaz de ses raccords avec l'appareil d'analyse. Amener *r* en position 2, pendant 15 secondes (le gaz du mesureur se met à la pression atmosphérique) ; puis, en 3, pendant 15 secondes (le gaz du comparateur se met à la pression atmosphérique). Amener *s* en position 3, puis *r* en position 4, puis *t* en position 11.

c) Les dosages du gaz carbonique et de l'oxygène seront alors effectués de la manière suivante :

Dosage du gaz carbonique. — Amener *R* en position *a* et, après l'y avoir laissé un instant, l'amener entre *a* et 2. Noter la position occupée par l'index d'acide caproïque par rapport à la graduation.

Noter le niveau du ménisque de potasse par rapport à sa graduation.

Amener *R* en position 2, en vérifiant que le niveau du ménisque de potasse ne bouge pas.

On ouvre *d*.

On élève *W* à l'aide du treuil jusqu'à sa butée, ramenant ainsi le niveau du ménisque de mercure au voisinage de *R*. Abaisser *W* lentement et ramener le niveau de la potasse un peu au-dessous de son niveau d'équilibre, de manière à mouiller de liquide la base du tube.

Recommencer deux fois encore la manipulation.

Fermer *d*.

Attendre 10 minutes en agitant de temps en temps l'eau de la cuve.

Pour ajuster le ménisque de potasse à sa position primitive, on ouvre *d* en agissant sur *W*, on amène doucement le ménisque au

point voulu. A ce point de la manipulation, on passe un instant le robinet *R* en position *b*, mettant à la pression atmosphérique l'espace nuisible du laboratoire à phosphore.

Puis, tournant le robinet *R* en sens inverse, on le ramène jusqu'au voisinage de la position 1, passant sans s'arrêter sur les positions 2, puis *a*. Tournant très doucement la clé, on ouvre la communication correspondant à la position 1. L'index d'acide caproïque se déplace légèrement ; on le ramène à la position primitive, en agissant doucement sur le treuil du réservoir *W*.

On ferme *d* ; on ferme *R*, en le tournant en position 0.

On lit d'abord en centimètres cubes et en dixièmes de cc. la graduation immédiatement située au-dessus du ménisque de mercure, puis on évalue comme suit la fraction de la division à l'intérieur de laquelle s'est arrêté le ménisque :

Par déplacement sur la règle coulissante, on amène le viseur à peu près au niveau à viser. En agissant sur la vis molletée, on ajuste la visée au milieu du trait de la graduation située au-dessus du ménisque. On regarde quel trait du vernier mobile correspond à un trait du vernier fixe.

En agissant sur la vis molletée, on abaisse le fil du réticule, jusqu'au contact du sommet du ménisque. On regarde quel trait du vernier mobile correspond au trait du vernier fixe. La transformation du nombre de divisions du vernier en centièmes de centimètres cubes s'effectue en divisant ce nombre par celui qui correspond au dixième de centimètre cube dans lequel est placé le ménisque.

Dosage de l'oxygène. — Noter le niveau du ménisque d'eau dans le tube capillaire du laboratoire à phosphore.

On tourne *R* dans le sens des aiguilles d'une montre et on l'amène à la position 3, en vérifiant que le niveau du ménisque d'eau ne bouge pas (ou en inscrivant le point où il arrive après déplacement).

On ouvre *d*.

On élève *W* qu'on monte à l'aide du treuil jusqu'à la butée, amenant le mercure au voisinage de *R*.

Attendre 2 minutes.

On abaisse *W* lentement, en suivant de l'œil la surface de l'eau où baigne le phosphore. On ramène le ménisque vers le bas du tube capillaire, puis, par mouvement en sens inverse, on chasse de suite à nouveau le gaz sur le phosphore. Après 5 contacts successifs de deux minutes, on ramène le ménisque d'eau, dans le tube capillaire, un peu au-dessus de son point de départ.

Fermer *d*.

Attendre 10 minutes en agitant de temps en temps l'eau de la cuve. Pour ajuster le ménisque d'eau à sa position primitive, on ouvre d; en agissant sur W, on amène doucement le ménisque au point voulu.

Tournant le robinet R en sens inverse des aiguilles d'une montre, on le ramène à la position 1, ouvrant très doucement la communication. L'index d'acide caproïque se déplace; on le ramène à la position primitive en agissant sur le treuil du réservoir W. On ferme d, on ferme R en l'amenant en position 0.

Faire la lecture comme précédemment.

§ III. — Calcul du quotient respiratoire et du métabolisme de base

Les déterminations précédentes nous ont permis de connaître les teneurs en volume pour 100 d'oxygène et de gaz carbonique de l'air respiré. Ces chiffres doivent être rapprochés de la composition de l'air initial aspiré par le sujet. L'analyse de cet air peut être effectuée par le même procédé. Mais, dans la pratique, il est plus simple d'utiliser les chiffres moyens ci-après :

Azote	79
Oxygène	20,9
Gaz carbonique	0,1

Nous avons d'ailleurs vérifié que les chiffres réellement trouvés dans une atmosphère normale ne s'en éloignent habituellement que fort peu. Il est ainsi possible de calculer le taux du gaz carbonique expiré, lequel est représenté par le taux du gaz carbonique trouvé moins 0,1, et le taux de l'oxygène comburé, lequel est représenté par l'oxygène rejeté soustrait de 20,9, proportion initiale. Ces chiffres étant connus, il sera aisé de déterminer le quotient respiratoire et le métabolisme de base.

a) On désigne sous le nom de *quotient respiratoire* (Q. R.) le rapport entre le gaz carbonique exhalé et l'oxygène comburé. Si, par exemple, les déterminations effectuées nous ont donné pour 100 :

Gaz carbonique	3 cc. 18
Oxygène	17 cc. 42

nous en déduisons les valeurs ci-après :

Gaz carbonique exhalé	3 cc. 08
Oxygène utilisé	3 cc. 48

le quotient respiratoire ou rapport $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ sera par conséquent égal

à $\frac{3,08}{3,48}$ soit 0,88.

Il ne s'agit cependant là que d'un *quotient respiratoire apparent*, car HALDANE a montré que, dans ces conditions, le taux d'oxygène trouvé est inférieur à la réalité, du fait que le volume

d'air a diminué dans le processus respiratoire, plus d'oxygène ayant été absorbé que de gaz carbonique éliminé. Il en résulte que le quotient respiratoire trouvé est trop élevé. Le tableau ci-après, donné par HALDANE et contrôlé par JANET, permet d'effectuer la correction indispensable aux chiffres calculés. Il devient aisé, de cette façon, de passer du quotient respiratoire apparent au *quotient respiratoire réel*.

TABLEAU I. — Détermination du quotient respiratoire réel quand on connaît le quotient respiratoire apparent.

Q.R. apparent	Q.R. réel	Q.R. apparent	Q.R. réel
1	0,99	0,84	0,806
0,99	0,987	0,83	0,794
0,98	0,974	0,83	0,783
0,97	0,962	0,81	0,773
0,96	0,949	0,80	0,760
0,95	0,937	0,79	0,747
0,94	0,924	0,78	0,734
0,93	0,911	0,77	0,723
0,92	0,900	0,76	0,714
0,91	0,888	0,75	0,703
0,90	0,876	0,74	0,692
0,89	0,864	0,73	0,681
0,88	0,851	0,72	0,670
0,87	0,841	0,71	0,658
0,86	0,828	0,70	0,643
0,85	0,816	0,60	0,543

Le quotient respiratoire ainsi calculé est encore nommé *quotient non protéique* : pour plus d'exactitude, il faudrait, en effet, doser parallèlement l'azote urinaire éliminé pendant la période d'examen. Pratiquement, on considère la correction comme négligeable dans les expériences de courte durée.

b) Le calcul du *métabolisme de base* s'obtiendra en partant des mêmes chiffres. Il convient de connaître, en outre, le *poids* du sujet et sa *taille* (pour en calculer la *surface*), le *débit respiratoire* en litres et par heure, la *température* et la *pression*.

La détermination du poids du sujet se fera sur une bascule suffisamment sensible (on aura soin d'en déduire le poids des vêtements). La taille s'obtiendra très simplement en faisant passer le sujet déchaussé sous la toise. Taille et poids permettent ensuite de trouver la surface en se rapportant au graphique de DUBOIS que nous avons reproduit précédemment (graphique 1) et qui a l'avantage d'éviter les calculs toujours longs dont nous avons donné la critique dans le premier chapitre.

Pour la mesure du débit respiratoire, on se contentera, le plus souvent, de poursuivre l'expérimentation pendant six minutes. Le chiffre enregistré au gazomètre est ensuite rapporté à l'heure, en le multipliant par 10.

La température est donnée par la lecture directe au thermomètre fixé à la partie supérieure du gazomètre, et la pression sera lue à un baromètre à mercure disposé dans le laboratoire.

Le métabolisme de base devant être théoriquement calculé à 0° et à 760 mm., le volume d'air expiré indiqué au gazomètre sera corrigé de la façon suivante :

$$Vo\ 760 = V \times \frac{H - f}{760} \times \frac{1}{1 + \alpha t}$$

Dans cette formule :

V = Volume noté au gazomètre.

H = Pression atmosphérique lue au baromètre.

f = Tension de vapeur d'eau à la température t

t = Température de l'air expiré.

$$\alpha = \frac{1}{273}$$

Ce calcul peut être évité en se rapportant à la table ci-après qui fournit le coefficient de correction à utiliser en fonction de la température et de la pression :

TABLEAU II. — Réduction à 0°, à 760 mm. et à sec de 100 volumes d'air saturé d'humidité pris à différentes températures et pressions.

Tempé- rature	Pression en mm. d'Hg.								
	740	745	750	755	760	765	770	775	780
14°	91,13	91,76	92,38	93,00	93,62	94,26	94,88	95,51	96,13
15°	90,71	91,34	91,96	92,57	93,20	93,82	94,44	95,08	95,70
16°	90,19	90,96	91,54	92,15	92,78	93,40	94,01	94,64	95,26
17°	89,87	90,50	91,11	91,72	92,35	92,97	93,58	94,21	94,83
18°	89,45	90,08	90,68	91,30	91,92	92,54	93,15	93,71	94,39
19°	89,02	89,64	90,25	90,86	91,48	92,09	92,71	93,62	93,64
20°	88,59	89,21	89,81	90,41	91,04	91,65	92,26	92,88	93,50
21°	88,18	88,86	89,40	90,01	90,62	91,23	91,84	92,45	93,04
22°	87,71	87,32	88,90	89,50	90,14	90,75	92,36	91,97	92,60
23°	87,26	87,87	88,47	89,08	89,69	90,29	90,90	91,51	92,13
24°	86,61	87,43	88,01	88,62	89,33	89,83	90,44	91,04	91,65
25°	86,35	86,96	87,57	88,17	88,79	89,38	89,98	90,57	91,17

Le volume du gaz carbonique exhalé obtenu pour cent, selon la technique précédemment décrite, sera rapporté au volume d'air rejeté. Il suffira ensuite de diviser par le quotient respiratoire réel pour connaître le nombre de litres d'oxygène comburé. Pour transformer cette quantité d'oxygène en calories, il faudra multiplier le chiffre trouvé par le coefficient calorique de l'oxygène correspondant au quotient respiratoire réel. Il suffira pour cela de se rapporter au tableau ci-après, établi par BOOTHBY et SANDFORD :

TABLEAU III. — Table donnant le coefficient calorique de l'oxygène quand on connaît le quotient respiratoire réel.

Q. R. réel	Coefficient calorique de l'oxygène	Q. R. réel	Coefficient calorique de l'oxygène
1	5,05	0,85	4,86
0,99	5,03	0,84	4,85
0,98	5,03	0,83	4,84
0,97	5,01	0,82	4,83
0,96	5,00	0,81	4,81
0,95	4,99	0,80	4,80
0,94	4,97	0,79	4,79
0,93	4,96	0,78	4,78
0,92	4,95	0,77	4,76
0,91	4,94	0,76	4,75
0,90	4,92	0,75	4,74
0,89	4,91	0,74	4,73
0,88	4,90	0,73	4,71
0,87	4,89	0,72	4,70
0,86	4,88	0,71	4,69
		0,70	4,67

Il ne restera plus qu'à diviser par la surface pour avoir le nombre de grandes calories par mètre carré représentant le métabolisme de base.

A titre d'exemple, prenons le sujet dont nous venons de déterminer le quotient respiratoire. Les autres données sont fournies ci-après :

Age : 25 ans — sexe masculin.

Poids : 87 kgs.

Taille : 1 m. 80.

Surface : 2 mq 05.

Température : 19°.

Pression : 770 mm.

Coefficient de correction : 92,71.

Débit horaire : 490 litres.

Gaz carbonique exhalé % : 3 cc. 08.

Oxygène rejeté : 17 cc. 42.

Oxygène utilisé : 3 cc. 48.

Quotient respiratoire réel : 0,851.

Valeur calorique de l'oxygène : 4,86.

Dans ces conditions, le métabolisme de base sera calculé de la façon suivante :

$$\text{MB.} = \frac{490 \times 92,71 \times 3,08 \times 4,86}{0,851 \times 2,05} = 39,5 \text{ grandes calories par mètre carré.}$$

Le calcul logarithmique favorise grandement cette détermination. On recherche les logarithmes de chaque terme du dividende que l'on additionne. On ajoute ensuite le cologarithme des termes qui forment le diviseur. On obtient le logarithme du nombre cherché.

Le métabolisme de base ainsi trouvé est d'ordinaire comparé au chiffre d'un individu normal de même âge et de même sexe. Ces valeurs sont d'ailleurs rappelées ci-après.

Chez le nourrisson, le métabolisme de base est relativement peu élevé ; à la naissance, il est voisin de 37 calories. Au cours des deux premières années, il monte rapidement et atteint bientôt 50 calories ; puis, vers 5 à 6 ans, il passe par un maximum de 60 calories et redescend. Vers 12 ans, il est à nouveau de 50. Les variations ultérieures sont notées dans le tableau IV.

TABEAU IV. — Variation du métabolisme basal avec l'âge et le sexe.

Années	Hommes	Femmes
14 à 16	46	43
16 à 18	43	40
18 à 20	41	38
20 à 30	39,50	37
30 à 40	39,50	36,50
40 à 50	38,50	36
50 à 60	37,50	35
60 à 70	36,50	34
70 à 80	35,50	33

Chez la femme, on observe une chute du métabolisme basal au cours de la menstruation et immédiatement après. Au contraire, on note une augmentation au cours de la gestation, à partir du 4^e mois et plus spécialement du 7^e au 9^e mois ; cette augmentation peut alors atteindre 25 % de la normale.

Le plus souvent, la *différence pour cent du métabolisme de base trouvé par rapport au métabolisme normal sera seule retenue*. Dans le cas cité, elle est nulle ; mais supposons, par exemple, que le métabolisme de base ait été de 38 grandes calories par mètre carré pour le même sujet, la différence pour 100 enregistrée aurait été de :

$$\frac{(38 - 39,5) \times 100}{39,5} = - 4 \%$$

Le chiffre calculé ne devant pas comporter de décimales sera tout naturellement arrondi en plus ou en moins, suivant le cas.

§ IV. — Degré d'exactitude de la méthode

L'exactitude de la méthode peut dépendre de la rigueur des déterminations et des précautions apportées dans la préparation du sujet.

a) Examinons d'abord *les causes d'erreurs apportées dans la détermination du gaz carbonique et de l'oxygène*. Il importe, bien entendu, que l'opérateur soit rompu à ce genre de recherches. La rapidité opératoire influe considérablement sur le chiffre trouvé.

Le matériel mis en œuvre intervient également pour une part, et c'est pourquoi nous croyons qu'il y a avantage à utiliser l'eudiomètre de précision de PLANTEFOL. Dans ces conditions, il est possible, en faisant chaque détermination sur deux ou trois ampoules de prélèvement d'air, d'avoir un résultat suffisamment exact. Néanmoins, pour chaque dosage, l'erreur peut comporter 1/10 de centimètre cube en plus ou en moins. En outre, la détermination du débit pourra comporter une erreur d'un litre pour 6 minutes, soit 10 litres à l'heure.

Voyons donc quelles seront les perturbations apportées par ces erreurs minimales sur le résultat final, celles-ci étant prises séparément ou se surajoutant. Prenons pour cette discussion le même sujet et les mêmes chiffres que précédemment :

$$\begin{array}{l}
 1^{\circ} \text{ Variations de } CO_2 \text{ par rapport à } O_2 \left\{ \begin{array}{l} + 1/10 \text{ cc.} \\ - 1/10 \text{ cc.} \end{array} \right. \\
 CO_2 = 3 \text{ cc. } 18 \quad Q.R.A. = \frac{CO_2}{O_2} = \frac{3,18}{3,48} = 0,91 \\
 \quad \quad \quad Q.R.R. = 0,888 \\
 O_2 = 17 \text{ cc. } 42 \quad Val. \text{ calc.} = 4,90 \\
 M.B. = \frac{494 \times 92,71 \times 3,18 \times 4,90}{0,888 \times 2,05} = 39,2 \quad - 0,77 \%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 CO_2 = 2 \text{ cc. } 98 \quad Q.R.A. = \frac{2,98}{3,48} = 0,85 \\
 \quad \quad \quad Q.R.R. = 0,816 \\
 O_2 = 17 \text{ cc. } 42 \quad Val. \text{ cal.} = 4,81 \\
 M.B. = \frac{494 \times 92,71 \times 2,98 \times 4,81}{0,816 \times 2,05} = 39,25 \quad - 0,60 \%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 2^{\circ} \text{ Variations de } O_2 \text{ par rapport à } CO_2 \left\{ \begin{array}{l} + 1/10 \text{ cc.} \\ - 1/10 \text{ cc.} \end{array} \right. \\
 CO_2 = 3 \text{ cc. } 08 \quad Q.R.A. = \frac{3,08}{3,38} = 0,91 \\
 \quad \quad \quad Q.R.R. = 0,888 \\
 O_2 = 17 \text{ cc. } 52 \quad Val. \text{ calc.} = 4,90 \\
 M.B. = \frac{494 \times 92,71 \times 3,08 \times 4,90}{0,888 \times 2,05} = 37,97 \quad - 3,9 \% \\
 CO_2 = 3 \text{ cc. } 08 \quad Q.R.A. = \frac{3,08}{3,58} = 0,86 \\
 \quad \quad \quad Q.R.R. = 0,828 \\
 O_2 = 17 \text{ cc. } 32 \quad Val. \text{ Cal.} = 4,83 \\
 M.B. = \frac{494 \times 92,71 \times 3,08 \times 4,83}{0,828 \times 2,05} = 40,12 \quad + 1,8 \%
 \end{array}$$

5° Variations simultanées de O ² , de CO ² et du débit		+ 1/10 cc.	
		— 1/10 cc.	
		+ 10 litres	
		— 10 litres	
M.B.	$= \frac{504 \times 92,71 \times 3,18 \times 4,95}{0,924 \times 2,05}$	= 38,67	— 2,1 %
M.B.	$= \frac{484 \times 92,71 \times 3,18 \times 3,95}{0,924 \times 2,05}$	= 37,14	— 5,9 %
M.B.	$= \frac{504 \times 92,71 \times 2,98 \times 4,79}{0,794 \times 2,05}$	= 40,98	+ 3,6 %
M.B.	$= \frac{484 \times 92,71 \times 2,98 \times 4,79}{0,794 \times 2,05}$	= 39,35	— 0,42 %
M.B.	$= \frac{504 \times 92,71 \times 3,18 \times 4,88}{0,864 \times 2,05}$	= 40,94	+ 3,6 %
M.B.	$= \frac{484 \times 92,71 \times 3,18 \times 4,88}{0,864 \times 2,05}$	= 39,32	— 0,40 %
M.B.	$= \frac{504 \times 92,71 \times 2,98 \times 4,86}{0,851 \times 2,05}$	= 38,79	— 2 %
M.B.	$= \frac{484 \times 92,71 \times 2,98 \times 4,86}{0,851 \times 2,05}$	= 37,25	— 5,7 %

Les variations s'étagent, comme on peut le voir, de —5.9 à +3,6 %, soit un battement maximum d'environ 10 %.

b) A ces erreurs inévitables s'opposent les erreurs évitables dépendant de la *minutieuse préparation du sujet*.

Le sujet à examiner doit être à jeun depuis 12 à 18 heures. Il sera donc préférable d'opérer le matin. On exigera du patient un repos absolu en dehors de quelques petits mouvements de la main ou des doigts. S'il a dû faire une marche à pied assez importante, on le laissera reposer une heure assis, puis 25 à 30 minutes couché. On mettra le sujet dans un endroit tranquille, loin du bruit et de la lumière trop vive. Il sera légèrement vêtu, mais protégé d'une couverture contre toutes les variations de température. La pièce sera close et maintenue autant que possible entre 16° et 18°. On évitera le travail intellectuel.

Lorsque ces conditions sont soigneusement respectées et que le sujet est normal et se livre en dehors de l'expérience à un travail régulier en proportion avec sa force, les variations observées resteront de peu d'étendue, même si elles se trouvent étagées sur une longue période de temps. C'est ainsi que 10 déterminations faites sur le même sujet avec les plus grandes précautions, au cours de

deux ans, ont donné des variations allant de -2 à $+9$ %, ainsi qu'on pourra s'en rendre compte dans le tableau ci-après :

Sujet : J. J... Age : 25-27 ans. Poids : 87 kgs. Taille : 1 m. 80. M. B. normal : 39,5.

Tempé- rature	Pression en mm. Hg.	Débit en litres	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Val. cal. de O ₂	M. B. trouvé	Différence %
19°	770	490	3,20	17,50	3,40	0,91	0,888	4,90	39,13	— 1 %
18°	750	465	3,57	16,97	3,97	0,89	0,864	4,88	40,88	+ 3 %
23°	750	497	3,38	17,14	3,76	0,89	0,864	4,88	41,4	+ 4 %
18°	740	510	3,36	17,14	3,76	0,89	0,864	4,88	41,62	+ 5 %
19°	770	491	3,08	17,42	3,48	0,88	0,851	4,86	39	— 1 %
16°	745	467	3,33	17,16	3,74	0,89	0,864	4,88	38,41	— 2 %
14°	745	424	3,52	16,83	4,07	0,86	0,828	4,83	38,41	— 2 %
16°	775	483	3,46	17,04	3,86	0,89	0,864	4,88	43,9	+ 9 %
19°	770	451	3,38	16,92	3,98	0,84	0,806	4,80	41,06	+ 4 %
19°	770	452	3,46	16,79	4,11	0,84	0,806	4,80	42,03	+ 6 %

Par contre, une élève de l'école d'infirmières, momentanément déprimée et surmenée par un travail intensif, a présenté en 8 jours d'intervalle, malgré toutes les précautions prises, un écart de plus de 30 %.

Sujet : Mlle G. M... Poids : 59 kgs. Taille : 1 m. 645. M. B. normal : 37.

Tempé- rature	Pression en mm. Hg.	Débit en litres	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Val. cal. de O ₂	M. B. trouvé	Différence %
14°	770	432	3,63	16,98	3,92	0,92	0,90	4,92	48,99	+ 32 %
19°	770	304	3,07	16,84	4,06	0,75	0,703	4,68	35,64	— 4 %

§ V. — Variations pathologiques

La détermination du métabolisme de base présente en pathologie une grande importance. De même qu'on distingue, grâce au thermomètre, des malades fébriles et non fébriles, BOOTHBY a montré qu'on pouvait diviser les maladies en trois groupes suivant que le métabolisme basal y est normal, amplifié ou diminué. Le mécanisme physiologique de certaines maladies se trouve ainsi éclairé. Nous comprenons l'engraissement du myxœdémateux dont le métabolisme est diminué et la dénutrition des basedowiens dont le métabolisme est augmenté. L'ablation de l'hypophyse ou des ovaires ralentit les échanges respiratoires alors que la surrénalec-
tomie ou la pancréatome les exagère.

C'est, comme on le voit, dans le diagnostic des affections endo-
criniennes et spécialement des affections thyroïdiennes que la mesure du métabolisme basal rend de grands services. Elle permet de déceler des cas frustes ou atypiques et d'instituer une médi-

cation opothérapique permettant de rétablir, du moins autant qu'il est possible de le faire, l'équilibre de la nutrition.

A titre d'exemple, nous reproduisons ci-après trois déterminations anormales que nous avons eu l'occasion de faire. Les deux premières portent sur des hyperthyroïdiens et la dernière sur une myxœdémateuse.

	Mlle Y. B.	Soldat S.	Mme V.
Age	23 ans	21 ans	61 ans
Poids	54 kg. 500	70 kg.	47 kg.
Taille	1 m. 59	1 m. 695	1 m. 61
Surface	1 mq 56	1 mq 81	1 mq 47
Température	17°	24°	19°
Pression	765 mm.	755 mm.	768 mm.
Débit horaire	582 l.	652 l.	205 l.
Gaz carbonique exhalé..	2,53	2,92	2,39
Oxygène rejeté	17,04	17,44	16,85
Oxygène utilisé	3,86	3,45	4,05
Q.R. apparent	0,65	0,84	0,59
Q.R. réel	0,59	0,806	0,53
Valeur calorique de l'oxygène	4,58	4,80	4,51
Métabolisme de base trouvé	68,12	55,51	26,14
Métabolisme de base normal	37	40	36,5
Différence %	+ 84	+ 38	— 28

CHAPITRE III

La détermination du métabolisme basal chez les animaux

La détermination du métabolisme de base sur les petits animaux peut s'effectuer soit par calorimétrie directe, soit par mesure des échanges respiratoires. La première technique a été appliquée chez le rat par CHEVALLIER et BAERT. Nous avons signalé, au cours du premier chapitre, les difficultés inhérentes à cette méthode. La seconde technique a été préconisée par MATTILL, qui l'a employée pour le rat, par CARIDROIT et par MAGNE et SIMONNET qui l'ont utilisée sur le pigeon. Dans l'un et l'autre cas, les auteurs se sont contentés de déterminer le quotient respiratoire : le rat était placé sous une cloche hermétiquement close, l'air confiné étant analysé à la fin de l'expérience ; le pigeon, par contre, était muni d'une sonde œsophagienne communiquant avec un gazomètre recueillant l'air exhalé.

Plus récemment, NICHITA et ses collaborateurs ont appliqué la méthode des échanges respiratoires à la détermination du métabolisme de base chez la poule en ramenant le résultat au kilogramme d'animal. Ce procédé semble criticable puisque le métabolisme de base représente, par définition, la quantité de chaleur exprimée en grandes calories à 0° et sous une pression de 760 mm. de mercure rapportée au mètre carré de surface.

Le procédé que nous avons mis en œuvre pour l'étude des échanges respiratoires du pigeon est inspiré de celui qui est appliqué par BENARD à d'autres animaux pour des expériences d'un ordre différent.

§ I. — Appareillage

Il s'agit ici d'un appareil à circuit fermé (*voir figure 7*) constitué essentiellement d'une cuve contenant l'animal, d'un réservoir d'oxygène et d'un double circuit à circulation d'air actionnée par une pompe aspirante et foulante et sur le trajet duquel se trouve intercalés des flacons laveurs renfermant une solution de potasse.

La cuve en cuivre utilisée était initialement destinée à un lapin. Nous en avons diminué le volume intérieur en y insérant un parallépipède de même métal s'y emboîtant très exactement et

limitant la place disponible aux besoins du pigeon. Le couvercle de cette cuve comportant une glace permettait de surveiller l'animal au cours de l'opération. Il y avait avantage cependant à le recouvrir d'un carton pour que l'animal soit maintenu dans l'obscurité, ses mouvements se trouvant ainsi réduits au minimum. Entre le couvercle et la cuve elle-même, une gorge permettait l'introduction d'une chambre à air de caoutchouc qui, soigneusement gonflée, assurait une étanchéité parfaite.

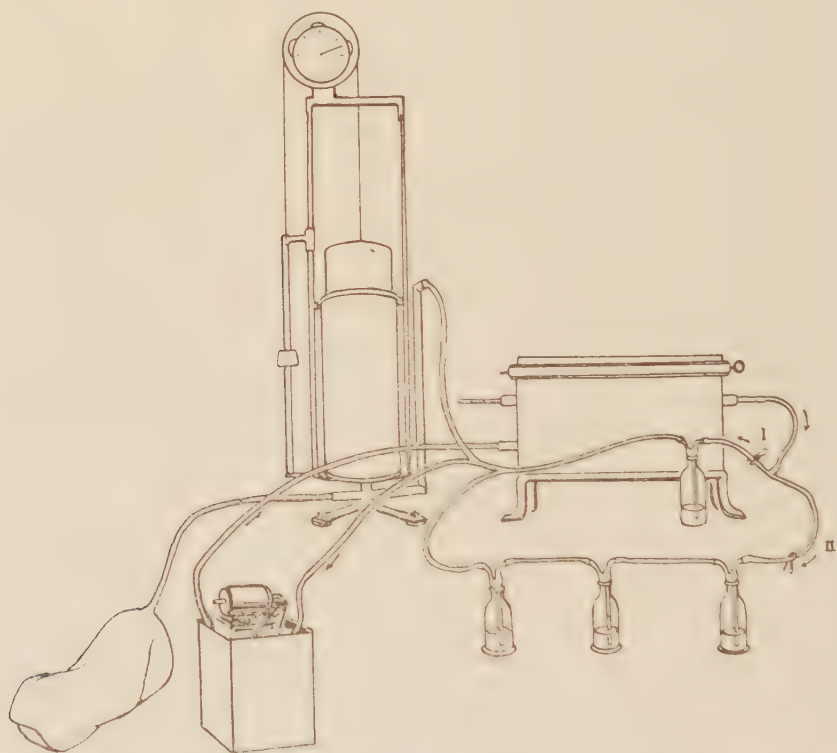


FIGURE 7. — Dispositif utilisé pour la détermination du métabolisme de base chez les animaux, comportant, de gauche à droite : un ballon d'oxygène relié à un gazomètre (spiromètre de CHERON), une pompe aspirante et foulante actionnée par un petit moteur électrique, une cuve destinée à recevoir l'animal, et un double circuit (I et II).

Le circuit fermé partait d'une extrémité de la cuve pour aboutir à l'autre. Il était essentiellement constitué d'un tube de caoutchouc sur lequel s'insérait une pompe aspirante et foulante, l'envoi d'air étant directement branché sur la cuve. En outre, trois flacons laveurs s'y trouvaient disposés (II), chacun renfermant 50 cc. d'une solution de potasse à 20 %. Une dérivation du circuit commandée par une vis à mollette permettait de faire passer, au début de l'opération, l'air initial entraîné avec l'animal dans un flacon laveur

d'attente (I), afin de purger totalement l'atmosphère de gaz carbonique.

A l'extrémité du circuit était, en outre, disposé un gazomètre à oxygène. Cet appareil, connu sous le nom de *spiromètre de précision à cadran* de Louis CHERON, est constitué par une cloche en laiton plongeant dans l'eau d'un cylindre plus long et soutenue par un fil sans torsion, passant sur une roue en aluminium et aboutissant à un contrepoids. La roue fait fonctionner un cadran amplificateur sur lequel se lit directement la quantité d'oxygène sortie de l'appareil.

Le pigeon est placé dans la cuve et celle-ci soigneusement fermée. Le caoutchouc de la chambre à air est gonflé pour en assurer l'obturation, la pompe est mise en fonctionnement et le circuit d'air dirigé sur la dérivation à un seul flacon laveur. L'aiguille du gazomètre est ramenée à 0. Si l'étanchéité de l'appareil se trouvait insuffisamment réalisée, on constaterait une déperdition rapide et importante d'oxygène marquée au gazomètre et il serait nécessaire de vérifier avec soin les différents joints de caoutchouc. Après 15 minutes de fonctionnement « à blanc », la déperdition ne doit atteindre que 80 à 100 cc. d'oxygène. Pendant ce temps, l'air initial introduit avec l'animal se trouve totalement débarrassé de gaz carbonique.

Au moyen d'un jeu de vis à mollette, on bloque alors la dérivation initiale et le circuit se trouve branché sur les trois flacons laveurs. L'aiguille du gazomètre est ramenée à 0. L'expérience sera poursuivie exactement pendant une heure. L'oxygène consommé pendant ce temps sera lu au cadran. Le gaz carbonique dégagé fixé sur la potasse sera dosé chimiquement puis réduit en volume. Un thermomètre placé dans la cuve indique la température intérieure avant (t) et après (t'), tandis qu'un second thermomètre donne la température extérieure ($T = t$). Pendant toute la durée de l'opération, on doit se maintenir strictement à la température de neutralité thermique qui est, pour le pigeon, comprise entre 18-20°, la température extérieure restant fixe.

§ II. — Dosage du gaz carbonique et de l'oxygène utilisé

Le dosage du gaz carbonique se pratique sur la solution de potasse des trois flacons laveurs préalablement réunie. L'oxygène se calcule d'après la consommation enregistrée au gazomètre.

a) *Détermination du gaz carbonique.* Pour apprécier la quantité de gaz carbonique fixé sur la potasse, on opérera successivement deux dosages, l'un portant sur la totalité de la potasse libre et carbonatée, l'autre portant uniquement sur la potasse libre. On aura par différence la quantité de potasse carbonatée et par déduction le gaz carbonique fixé.

Deux techniques peuvent être mises en œuvre que nous exposerons successivement.

Première technique : Le dosage de la potasse totale s'effectuera en présence d'hélianthine et la potasse carbonatée sera ensuite éliminée par addition de chlorure de baryum. La potasse libre restante sera titrée ensuite de la même manière.

Pour effectuer ce dosage, on placera dans un erlenmeyer bien propre : 10 cc. d'acide chlorhydrique normal, 20 cc. d'eau et une goutte de solution d'hélianthine. On versera ensuite, au moyen d'une burette de Mohr, la solution alcaline à titrer jusqu'à virage au rouge orangé, soit N le nombre de cc. de la solution utilisée.

Verser, d'autre part, 50 cc. de la solution alcaline dans un flacon jaugé de 100 cc., compléter le volume avec une solution de chlorure de baryum à 10 % ; mélanger soigneusement et laisser déposer le carbonate de baryum ainsi formé. Filtrer ensuite en évitant le plus possible le contact avec l'air et doser à nouveau dans les conditions précédemment précisées, soit N' le nombre de cc. utilisés. Partant du poids moléculaire de la potasse 56 et tenant compte de la dilution nécessaire pour le second dosage, on aura :

$$P \text{ (potasse totale)} = \frac{560}{N} \quad \text{et}$$

$$P' \text{ (potasse libre)} = \frac{1120}{N}$$

(P — P') représentera la potasse carbonatée.

138 gr. de carbonate de potasse correspondant, par ailleurs, à 112 gr. de potasse, on aura :

$$C \text{ (en carbonate de potasse)} = \frac{(P-P') \times 138}{112}$$

Ce résultat peut être ensuite transformé en poids de gaz carbonique :

$$\text{CO}^2 = \frac{C \times 138}{44} \quad \text{ou} \quad C \times 0,318 \text{ (en grammes)}$$

ou en volume :

$$\text{CO}^2 = \frac{C \times 138}{22,4} \quad \text{ou} \quad C \times 0,162 \text{ (en litres)}$$

Deuxième technique : On peut inversement verser une solution d'acide chlorhydrique titrée dans une quantité déterminée de la solution de potasse en partie carbonatée en présence de phénolphtaléine. La décoloration se produira lorsque l'acide chlorhydrique aura saturé non seulement la potasse libre, mais encore la moitié de la potasse carbonatée, celle-ci étant, du fait de la réaction, transformée en bicarbonate. Ce bicarbonate sera ultérieurement titré en présence d'hélianthine jusqu'à virage au rouge orangé.

Pratiquement, on prélèvera sur le mélange des solutions de potasse des trois flacons laveurs 2 cc. au moyen d'une pipette soigneusement calibrée. Cette potasse versée dans un erlenmeyer sera additionnée de 20 à 30 cc. d'eau distillée et d'une goutte de solution alcoolique de phtaléine du phénol. On fait alors tomber goutte à goutte une solution d'acide chlorhydrique normale jusqu'à ce que la décoloration soit presque obtenue. On terminera avec quelques gouttes ou quelques cc. d'acide chlorhydrique décinormal, de façon à avoir un résultat plus rigoureux.

Dès que la décoloration est complète, on ajoute une goutte de solution d'hélianthine et on poursuit l'opération avec de l'acide chlorhydrique N/10 jusqu'à virage au rouge orangé. Le nombre de centimètres cubes mis en œuvre pour la seconde opération doit être très exactement mesuré puisque c'est à partir de ce chiffre que seront calculés la potasse carbonatée et, par déduction, le gaz carbonique fixé.

Comme préalablement l'alcali carbonaté était transformé en bicarbonate, il convient d'opérer la conversion de ce bicarbonate en carbonate de potasse. Chaque centimètre cube d'acide chlorhydrique décinormal correspond à : 0 gr.0056 de KOH ; 0 gr. 0069 de CO_2K^2 ; 0 gr. 0022 de CO_2 .

Le résultat trouvé pour 2 cc. de solution doit être ramené à 150 cc. et exprimé ensuite en volume de gaz carbonique, en multipliant le chiffre de CO_2 poids par le rapport $\frac{22,4}{44} = 0,509$.

b) *Détermination de l'oxygène consommé.* — Une première lecture est faite sur le cadran du gazomètre, lequel indique la quantité d'oxygène en centimètres cubes passée dans le circuit pendant une heure.

Le volume d'oxygène réellement consommé, V_r , sera donné en totalisant le chiffre lu sur le cadran, V , et la dilatation du volume du caisson, animal déduit, V_c .

Dans le cas particulier, notre cuve avait les dimensions suivantes exprimées en centimètres : $40 \times 21,5 \times 21$, ce qui représente un volume de 18 litres 06.

Pour en diminuer les dimensions et restreindre l'emplacement du pigeon au strict minimum, un bloc était inséré dans la cuve et sur le côté, lequel mesurait en centimètres :

$$29,75 \times 21,5 \times 21$$

ce qui représente un volume de 13 litres 43.

L'espace libre mis à la disposition du pigeon était par conséquent de :

$$10,25 \times 21,5 \times 21$$

ce qui représente un volume de :

$$18 \text{ l. } 06 - 13 \text{ l. } 43, \text{ soit } 4 \text{ litres } 63,$$

volume duquel il faudra déduire le volume occupé par le pigeon, supposé approximativement égal à son poids. Dans le cas d'un pigeon de 350 gr. le volume du caisson, animal déduit, sera par conséquent :

$$V_c = 4,63 - 0,35 = 4,28.$$

Le volume d'oxygène consommé par ce pigeon sera donc égal à :

$$V_r = V + \frac{V_c (t' - t)}{273}$$

Ce volume sera ensuite ramené à 0° et à 760 mm. de mercure par la formule :

$$V_o = V_r \times \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{273} t\right)} \times \frac{H - f}{760}$$

Dans cette formule : H représente la pression atmosphérique du jour de l'expérience et f la tension de vapeur d'eau à saturation à la température de la salle. Cette tension de vapeur d'eau est égale à :

14	$\frac{m}{m}$	4	pour	17°
15	$\frac{m}{m}$	3	»	18°
16	$\frac{m}{m}$	3	»	19°
17	$\frac{m}{m}$	4	»	20°
18	$\frac{m}{m}$	5	»	21°
19	$\frac{m}{m}$	6	»	22°
20	$\frac{m}{m}$	8	»	23°
22	$\frac{m}{m}$	1	»	24°
23	$\frac{m}{m}$	5	»	25°

$$1 + \frac{1}{273} t$$

est égal à :

0,93	pour	19°
0,92	pour	22°
0,91	pour	25°

§ III. — Calcul du quotient respiratoire et du métabolisme de base

a) La détermination du quotient respiratoire ne présente pas de difficultés, le volume d'oxygène consommé et le volume de gaz

carbonique fixé sur la potasse étant connus. Nous donnons cependant à titre indicatif l'exemple suivant :

Volume du caisson vide.....	4 l. 630
Poids du pigeon	350 gr.
Température de la cuve avant l'expérience.....	19°
Température de la cuve après l'expérience.....	20°
Température de la salle avant l'expérience.....	19°
Température de la salle après l'expérience.....	19°
Pression atmosphérique	750 mm.
Volume d'oxygène marqué au cadran	0 l. 440

$$V_r = 0,440 + \frac{(4,63 - 0,350) (20 - 19)}{273} = 0,440 + 0,015 = 0 \text{ l. } 455$$

$$V_o = 0,455 \times 0,93 \times 0,96 = 0 \text{ l. } 405.$$

D'autre part, le volume du gaz carbonique fixé par les 150 cc. de potasse a été trouvé de 0 l. 337. Le quotient respiratoire sera donc égal à :

$$Q.R. = \frac{CO^2}{O^2} = \frac{0,337}{0,405} = 0,83$$

Il n'y a pas lieu d'apporter de correction à ce quotient respiratoire qui, portant sur une expérience de longue durée, correspond au quotient respiratoire réel.

b) *La détermination du métabolisme de base* suppose la connaissance de la surface de l'animal. Mais la formule générale de MEEH dont nous avons parlé précédemment :

$$S \text{ (en mq)} = K \sqrt[3]{P^2}$$

comporte une inconnue K qui ne nous semble pas avoir été déterminée pour le pigeon. Nous avons donc préféré calculer par des moyens de fortune la surface de chaque animal mis en expérience. Pour y parvenir de façon commode, nous l'avons subdivisé en un certain nombre de surfaces géométriques : une demi-sphère pour la tête, un cylindre pour le cou, un rectangle à deux plans pour chaque aile, un tiers de sphère pour l'avant du corps et un cône pour la partie postérieure. Voici d'ailleurs les calculs effectués pour le pigeon précédent (voir figure 8) :

1° Surface de la tête : 1/2 sphère de 1,5 de rayon :	
2 $\pi (1,5)^2$	14 cmq
2° Surface du cou : cylindre de 1/2 cm. de rayon et de 6 cm. de hauteur :	
6 $\pi (0,5) \times 2$	18 cmq
3° Surface des ailes, 4 rectangles mesurant 7 cm. sur 2 cm. 5 :	
7 $\times 2,5 \times 4$	70 cmq
4° Surface de la partie antérieure, 1/3 de sphère de 7 cm. de rayon :	
$\frac{4 \pi (7)^2}{3}$	205 cmq
5° Surface de la partie postérieure, cône de 3 cm. 50 de rayon et 8 cm. de côté :	
3,50 $\pi \times 8$	88 cmq
Soit au total, pour la surface du pigeon.....	395 cmq

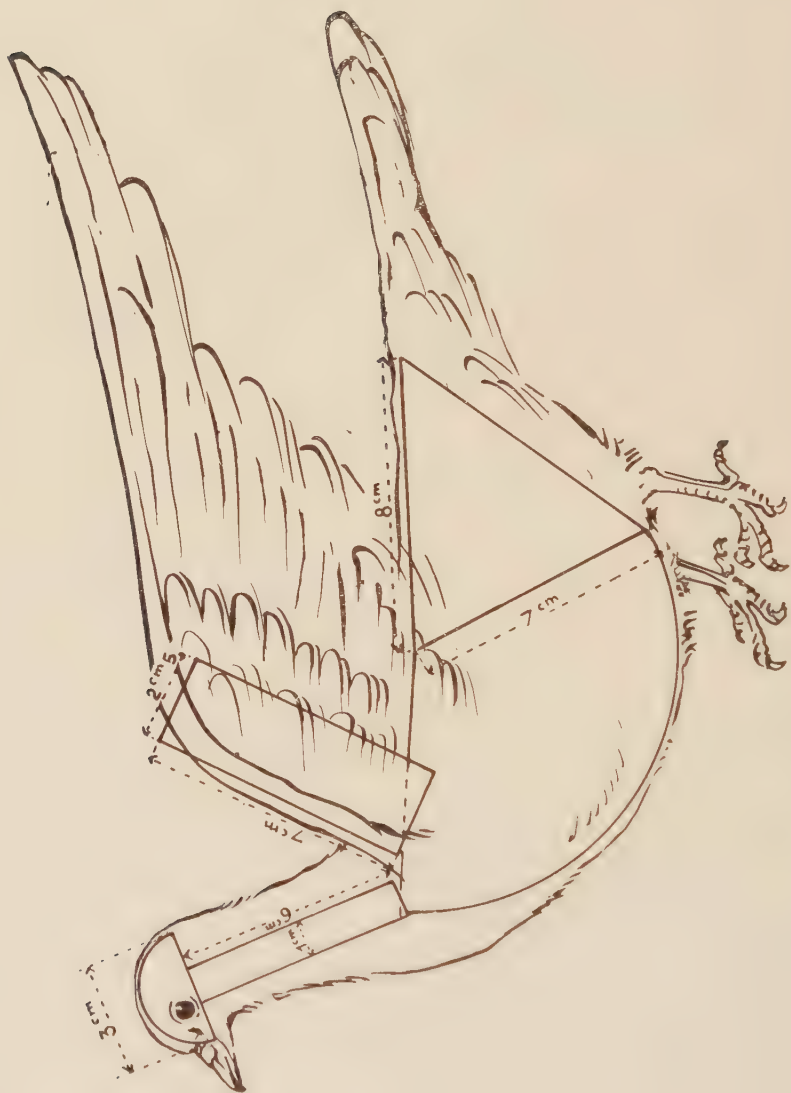


FIGURE 8. --- Décomposition du pigeon en figures géométriques permettant de calculer la surface.

En appliquant ces déterminations à divers animaux de poids différents, nous avons trouvé les chiffres ci-dessous :

Poids	Surfaces	Valeurs de K
315 gr.	375 cmq	8,09
336 »	380 »	7,92
350 »	395 »	7,95
370 »	402 »	7,79
380 »	415 »	7,91
396 »	420 »	7,45

Il nous est ainsi apparu que *K est en moyenne voisin de 7.8*. Cette valeur de K n'est applicable, bien entendu, qu'aux pigeons en bonne santé et soumis à une expérience de courte durée.

Connaissant le volume du gaz carbonique exhalé et la valeur calorique correspondant au quotient respiratoire (*voir tableau V*), il devient aisé de calculer le métabolisme de base par rapport à la surface.

TABLEAU V. — Valeurs caloriques correspondant à l'acide carbonique pour un quotient respiratoire donné (d'après CARPENTER).

Quotient respiratoire non protéique	Nombre de calories par litre de gaz carbonique
0,66	7,021
0,67	6,946
0,68	6,816
0,69	6,786
0,70	6,694
0,71	6,606
0,72	6,531
0,73	6,458
0,74	6,388
0,75	6,319
0,76	6,253
0,77	6,187
0,78	6,123
0,79	6,062
0,80	6,001
0,81	5,942
0,82	5,884
0,83	5,829
0,84	5,774
0,85	5,721
0,86	5,669
0,87	5,617
0,88	5,568
0,89	5,519
0,90	5,471
0,91	5,424
0,92	5,378
0,93	5,333
0,94	5,290
0,95	5,247
0,96	5,205
0,97	5,165
0,98	5,124
0,99	5,085
1,00	5,047

Mais les expériences sur la nutrition s'accommodent mal de tels résultats, car elles durent d'ordinaire plusieurs jours et même fréquemment plusieurs mois. Pendant ce temps, le pigeon perd du poids dans des proportions pouvant aller jusqu'à 35 %, tandis que la surface reste pratiquement la même. Cet inconvénient a été très justement souligné par L. HEDON, au cours d'expériences poursuivies sur le chien au jeûne ou dépancréaté.

Contrairement à l'opinion de cet auteur, qui a ramené systématiquement ses résultats au kilogramme d'animal, il nous a semblé plus logique, à notre Maître LECOQ et à nous-même, de tenir compte à la fois de la surface et du poids de l'animal.

Le calcul est alors modifié comme suit : la quantité de grandes calories dégagées par le pigeon pendant la durée de l'expérimentation est rapportée à l'heure et au kilogramme d'animal, puis divisée par la surface déterminée une fois pour toutes au début de l'expérience. On tient compte ainsi à la fois du poids de l'animal qui varie à chaque détermination et de la surface qui reste inchangée :

Reprenant l'expérience précédente, nous aurons donc :

$$\text{Gaz carbonique rapporté au kgr. : } \frac{0,337 \times 1000}{350} = 0 \text{ l. } 962$$

$$\text{Oxygène rapporté au kgr. : } \frac{0,405 \times 1000}{350} = 1 \text{ l. } 157$$

$$\text{Valeur calorique de CO}_2 \text{ pour un quotient respiratoire de } 0,83 = 5,829.$$

$$\text{Nombre de grandes calories utilisées : } 0,962 \times 5,829 = 5,607.$$

Métabolisme basal :

$$\frac{\text{Nombre de calories dégagées par heure et par kgr. } 5,607}{\text{Surface en mètres carrés } 0,395} = 14,19$$

chiffre exprimé en grandes calories.

Lorsque le rat est pris comme sujet d'expérience, de plus grandes difficultés se présentent du fait que l'animal utilisé est habituellement encore en voie de croissance, puisque le ralentissement de celle-ci constitue un facteur important d'appréciation. En vue d'une éventuelle comparaison, nous avons pensé qu'il serait intéressant de fournir une série de déterminations faites sur des rats en bonne santé, aux divers stades de leur croissance.

Nos essais ont porté sur 10 sujets normaux, à jeun depuis la veille, et dont les poids s'échelonnaient entre 65 et 335 gr. La surface a été déterminée par pesée de la peau totale (soigneusement prélevée) et comparaison avec un échantillon moyen de 25 cmq, exactement mesuré et pesé.

Nous avons trouvé sur dix rats dont les poids s'échelonnaient de 65 à 335 grammes :

Poids	Surface	Coefficient K
65 gr.	163 cmq	10,08
95 »	180 »	8,64
112 »	180 »	7,74
126 »	187 »	7,49
157 »	201 »	6,90
165 »	237 »	7,87
195 »	252 »	7,49
234 »	310 »	8,16
304 »	385 »	8,51
335 »	498 »	10,32

On peut constater facilement, en se reportant à ce tableau, que le coefficient K part d'un maximum supérieur à 10, chez les jeunes animaux, passe par un minimum de 7 chez les sujets moyens et revient à son maximum chez les plus gros. Il apparaît donc très difficile, dans ces conditions, d'utiliser pour les calculs un chiffre invariable (la moyenne de nos 10 cas est de 8,3).

Comme il n'est pas possible d'évaluer la surface du sujet en rapportant les diverses parties du corps, comme chez le pigeon, à des figures géométriques simples pouvant être facilement mesurées, et que, d'autre part, l'animal ne peut être tué à chaque expérience, la difficulté d'une exacte détermination apparaît. Si un ralentissement, un arrêt ou une chute de la croissance interviennent, le problème devient plus compliqué et la comparaison avec le sujet normal tout à fait impossible, puisqu'on ne saura si on doit s'adresser à un animal du même âge, de même poids ou de même surface. La supériorité du pigeon sur le rat dans l'étude des troubles de la nutrition apparaît ainsi très nette.

DEUXIÈME PARTIE

Variations du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez l'homme sous l'influence de divers hexoses et de quelques autres éléments nutritifs organiques

CHAPITRE PREMIER

Influence de quelques hexoses sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal chez l'homme.

Sous le nom de *sucres* ou *glucides*, on désigne des corps formés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, ces deux derniers éléments se trouvant dans les mêmes proportions que dans l'eau, d'où le nom impropre d'*hydrates de carbone* qu'on leur attribue quelquefois.

Les glucides les plus simples (*oses*) ne sont pas dédoublables par hydrolyse, tandis que les glucides composés (*osides*) donnent par hydrolyse, acide ou fermentaire, un ou plusieurs glucides simples accompagnés ou non de substances non glucidiques.

Nous ne retiendrons que les oses, auxquels on adjoint en préfixe le nombre d'atomes de carbone compris dans une molécule ; les *hexoses*, en particulier, qui renferment six molécules de carbone. Certains possèdent une fonction *aldéhyde* et d'autres une fonction *cétone*. Les premiers sont des aldoses et les seconds des *cétoses* (aldohexoses, cétohexoses). Ces hexoses jouent un rôle primordial dans la nutrition.

§ I. —Variétés chimiques et choix des hexoses.

Le glucose, $C^6H^{12}O^6$, est un aldéhyde et sa chaîne est droite. Oxydé, en effet, par le brome et l'eau, il fournit un acide ayant un même nombre d'atomes de carbone, l'acide gluconique : $C^6H^{12}O^7$.

Le lévulose ou fructose, par contre, renferme une fonction cétone. Il ne donne pas, par oxydation, d'acide ayant le même nombre de carbone. Habituellement, la fonction cétonique occupe la position 2 de la chaîne.

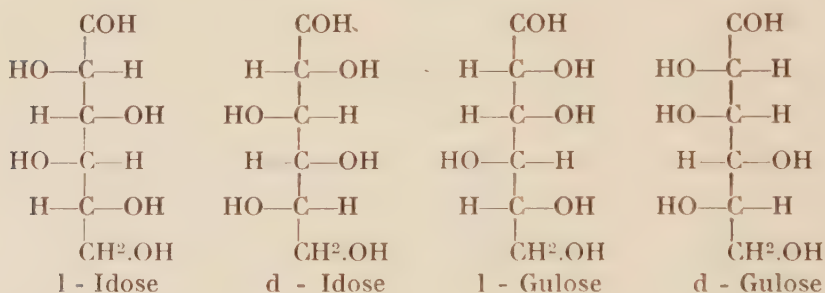
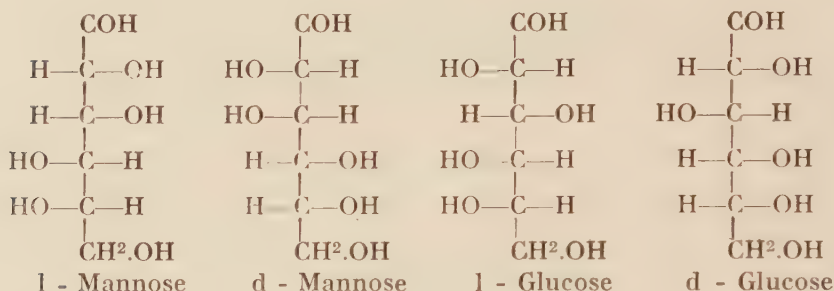
Il existe en outre, dans le glucose, comme dans le lévulose, *cinq fonctions alcools* qui peuvent être mises en évidence par la préparation d'éthers pentacétiques.

L'observation prouve qu'il existe plusieurs sucres de chacune des variétés précédentes. Ces corps diffèrent par l'arrangement des

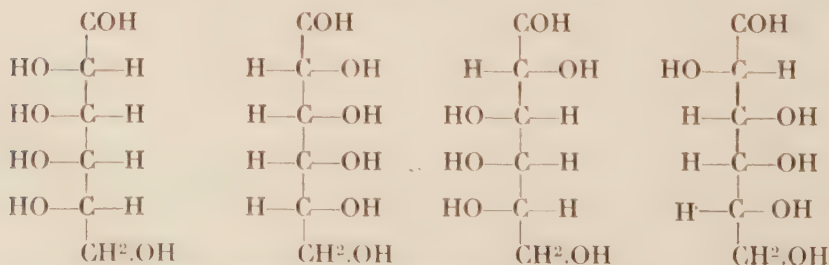
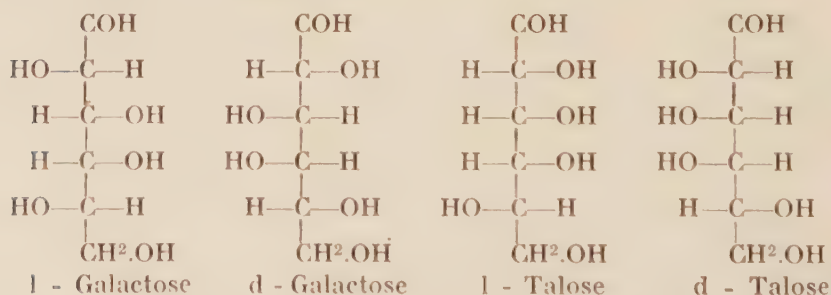
atomes à l'intérieur de la molécule. FISCHER a établi la structure des différents isomères. Les schémas qui leur correspondent, projetés en plan, sont indiqués ci-dessous :

A. Aldohexoses.

1. — Série de la mannite :

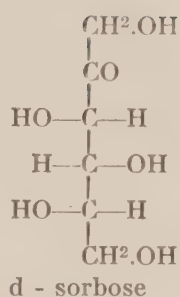
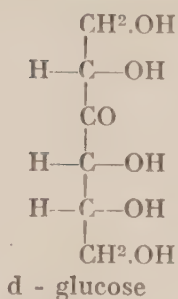
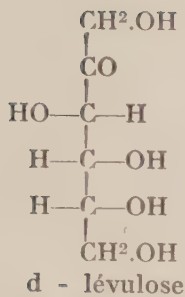


2. — Série de la dulcité :



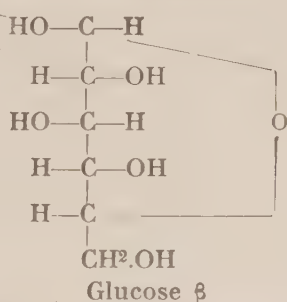
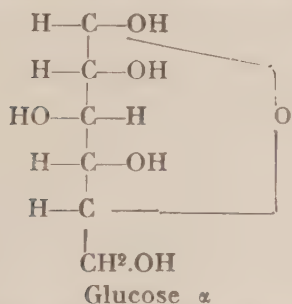
Ces quatre derniers glucides sont inconnus.

B. Cétohexoses.



En dehors de l'isomère droit et de l'isomère gauche, on peut également prévoir un racémique par compensation.

Ajoutons également que le glucose peut être envisagé comme oxyde de butylène, notamment sous forme *pyranose*, en position 1-5. Cette notion nouvelle permet d'expliquer un certain nombre de propriétés du glucose et en particulier de pouvoir faire apparaître dans ce sucre un nouvel atome de carbone asymétrique, celui qui porte la fonction réductrice, et de pouvoir écrire la formule de deux stéréoisomères (glucose α et glucose β) de la façon suivante :



L'une et l'autre forme ont été obtenues à l'état pur et cristallisé. Le Glucose α possède un pouvoir rotatoire très élevé $\alpha_d = +110^\circ$ et le glucose β le pouvoir rotatoire le plus faible $\alpha_d = +20^\circ$.

Si l'on dissout dans l'eau le glucose α , le pouvoir rotatoire initial qui était de $+110^\circ$ s'abaisse progressivement jusqu'à la valeur $\alpha_d = +52^\circ 5$.

Si l'on dissout dans l'eau le glucose β , le pouvoir rotatoire initial $+20^\circ$ s'élève progressivement jusqu'à la même valeur $\alpha_d = +52^\circ 5$.

Ces changements de rotation, cette multirotation, proviennent de la transformation d'une partie du glucose α en glucose β et réciproquement.

Le pouvoir rotatoire stable correspond donc au mélange en équilibre des deux formes α et β .

Des travaux récents sur une méthylation du glucose ont montré que ce sucre pouvait également exister sous une forme instable qui n'a pas encore été obtenue à l'état cristallisé et que l'on désigne sous

le nom de glucose γ . Des raisons d'ordre chimique conduisent à lui assigner la *forme furanose*, en position 1-4. Ce glucose est lévogyre et caractérisé par une grande aptitude à réagir, ce qui laisse à penser qu'il joue un rôle primordial en biologie, sa présence ayant été signalée notamment dans le sang.

Dans le cas du lévulose (sucre cétonique), la *forme furanose* serait en position 2-5 et la *forme pyranose* en position 2-6. La forme oxyde d'éthylène en position 1-2 serait également admise pour le glucose et le lévulose.

Certains hexoses se trouvent dans la nature. Il en est ainsi du glucose ordinaire ou glucose droit (dextrose) qui existe dans la plupart des fruits sucrés, dans le miel, le sang, le foie, etc., et du fructose lévogyre ou lévulose qu'on rencontre dans presque tous les fruits et dans le miel, à côté du glucose. Le galactose droit a été préparé en hydrolysant le lactose ou sucre de lait. Il nous a semblé juste de nous limiter, dans notre étude, à ces trois hexoses.

§ II. — *La destinée des hexoses dans l'organisme vivant*

Il paraît exister, pour les divers glucides, une perméabilité sélective de l'intestin résultant d'une différence de vitesse d'absorption des divers isomères. Plusieurs hypothèses ont été soutenues à ce sujet. La première met en avant des propriétés physiologiques spéciales de l'épithélium bordant de l'intestin. La seconde fait de l'absorption un phénomène purement physique. Les expériences de HEWITT, faites sur le chien, sont en faveur de l'absorption sélective par l'épithélium bordant, le glucose étant le plus rapidement absorbé, puis le galactose et le lévulose. Quand l'épithélium est détruit, les trois sucres sont alors absorbés à la même vitesse.

Des expériences analogues, faites par CORI sur le rat, confirment cette manière de voir, mais modifient l'ordre d'absorption des glucides, le galactose prenant le pas devant le glucose.

Notons que REINHOLD et KARR ont montré, par ailleurs, chez le lapin, une augmentation de l'hyperglycémie plus intense pour le galactose que pour le glucose et plus encore que pour le lévulose, ce qui correspond, semble-t-il, à une plus ou moins grande rapidité d'absorption intestinale.

La sélectivité intestinale paraît d'ailleurs liée à de nombreux facteurs dont la plupart nous sont inconnus. A travers l'intestin mort, comme l'ont montré AUCHINACHIE, MACLEOD et MAGEE, les sucres diffusent plus rapidement qu'à travers l'intestin vivant. Il en serait de même dans un segment vivant maintenu à basse température.

Les voies d'excrétion des glucides sont multiples, mais leur voie principale est incontestablement le rein. L'excrétion urinaire

est variable pour les divers glucides. D'après FOLIN et BERGLUND, le lévulose présente un seuil rénal analogue à celui du glucose, alors qu'il n'en existe pas pour le galactose.

Des expériences de perfusion du rein, effectuées par HAMBURGER et BRINKMANN, ont montré que le glucose est retenu spécifiquement par l'épithélium glomérulaire qui se montre, au contraire, perméable au lévulose et plus encore au galactose. Cette perméabilité rénale varie d'ailleurs considérablement selon la composition du liquide de perfusion.

L'importance théorique et pratique de l'utilisation des divers glucides par l'organisme a provoqué de nombreuses recherches ayant recours à des techniques très différentes et de valeur très inégale. L'épreuve de l'hyperglycémie pratiquée sur l'homme avec des sucres différents chez des sujets différents ou chez un même sujet pris dans des conditions en apparence identiques, donne des résultats trop voisins pour qu'il soit possible d'en tirer aucune conclusion pratique.

L'épreuve de la tolérance alimentaire par recherche du sucre dans les urines fournit des résultats meilleurs. Alors que le glucose se détache nettement par sa grande tolérance, le lévulose est beaucoup moins bien supporté et le galactose moins encore. La tolérance du lévulose chez l'homme, d'après WELLS, serait d'environ 1 gr. par kgr. et celle du galactose d'environ 0 gr. 67.

La tolérance des principaux hexoses alimentaires fut également essayée par la méthode des injections intraveineuses continues et progressivement croissantes. SANSUM, WILDER et WOODYAT trouvèrent que si on injecte du glucose à la vitesse de 0 gr. 80 par kgr. et par heure, on n'en retrouve pas dans l'urine, même en prolongeant l'injection pendant 24 heures, tandis qu'on le retrouve dans l'urine dès qu'il est injecté à la vitesse de 0 gr. 90 par kgr. et par heure. La tolérance est donc d'environ 0 gr. 96. Par la même méthode, celle du lévulose s'est montrée de 0 gr. 15, et celle du galactose de 0 gr. 10 par kgr. et par heure.

La configuration chimique du sucre paraît déterminer non seulement la vitesse d'absorption intestinale et d'excrétion urinaire, mais encore le mode d'utilisation de l'organisme. FORSTER note, en particulier, que le lévulose forme plus facilement du glycogène que le galactose et celui-ci moins facilement que le glucose.

Le sort du glucose et du lévulose absorbés par le rat est noté comme suit, par CORI et CORI :

	Glucides transformés en glycogène		Glucides oxydés
	hépatique	autre	
Glucose	18 %	25 %	44 %
Lévulose	38 %	12 %	36 %

Qu'il provienne du glucose ou d'un autre hexose tel que le galactose, le glycogène formé sera, ainsi que l'ont montré GRANT

et GLAISTER, ultérieurement transformé en glucose dans le foie comme dans les muscles. Cependant, si le glucose est le principal produit de la transformation, on trouvera également à ses côtés, ainsi que l'ont admis CARRUTHERS et LEE, du maltose et une petite proportion de trisaccharide.

Pour combattre les convulsions insuliniques, les principaux hexoses sont actifs dans l'ordre décroissant ci-après : glucose, lévulose, galactose. Par contre, le glutose serait inactif.

Les variations du quotient respiratoire ont été étudiées récemment à la suite d'ingestion de galactose, par ROE, GILMAN et COWGILL chez le chien normal et chez le chien dépancréaté, à la dose élevée de 5 gr. par kg. corporel. L'élévation du quotient respiratoire observée chez le chien normal ne fut pas retrouvée chez le chien dépancréaté. Les auteurs en concluent que le galactose n'est pas oxydé directement, du moins chez le chien, et qu'il doit être transformé au préalable en glycogène.

Nous avons pensé que cette technique pouvait être appliquée à l'homme et systématiquement aux trois hexoses choisis, dans les conditions que nous allons préciser dans le paragraphe suivant.

§ III. — *Modifications des échanges respiratoires observées chez l'homme après ingestion de quelques hexoses purs*

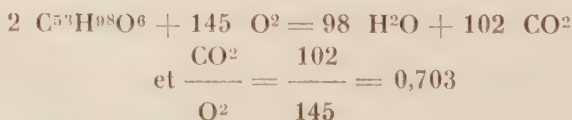
Le quotient respiratoire représente, comme on sait, le rapport entre la quantité de gaz carbonique expulsé et l'oxygène absorbé $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$. Théoriquement, la détermination du quotient respiratoire devrait donner une idée de la qualité des substances nutritives utilisées. Les hexoses notamment, étant comburés dans l'organisme selon la formule ci-après :



devraient élever le quotient respiratoire vers 1.0, le volume du gaz carbonique et de l'oxygène se correspondant :

$$\frac{6 \text{ CO}_2}{6 \text{ O}_2} = 1$$

Le quotient respiratoire traduisant la combustion des lipides peut varier, selon la composition des graisses ingérées, mais devrait rester voisin de 0.7. Prenons comme exemple la tripalmitine, nous avons :



Entre ces deux extrêmes, le quotient respiratoire des albuminoïdes oscillerait théoriquement entre 0,78 et 0,82. Prenons par exemple l'ovalbumine :

$$2 \text{C}^{250}\text{H}^{407}\text{N}^{67}\text{O}^{81}\text{S}^3 + 532 \text{O}^2 = \\ 67 \text{CON}^2\text{H}^4 (\text{urée}) + 6 \text{SO}^4\text{H}^2 + 269 \text{H}^2\text{O} + 433 \text{CO}^2 \\ \frac{\text{CO}^2}{\text{O}^2} = \frac{433}{532} = 0,814$$

A vrai dire, tout n'est pas aussi simple et la complexité de l'organisme vivant empêche de prévoir ce qui se passera exactement. Il est vraisemblable que les modifications apportées au quotient respiratoire et concurremment au métabolisme basal se montrent en relations avec la rapidité d'assimilation intestinale et aussi avec les modifications subies par les substances ingérées, spécialement dans leur transformation en glycogène. Mais d'autres facteurs peuvent également intervenir, notamment l'état de repos ou de dépense énergétique.

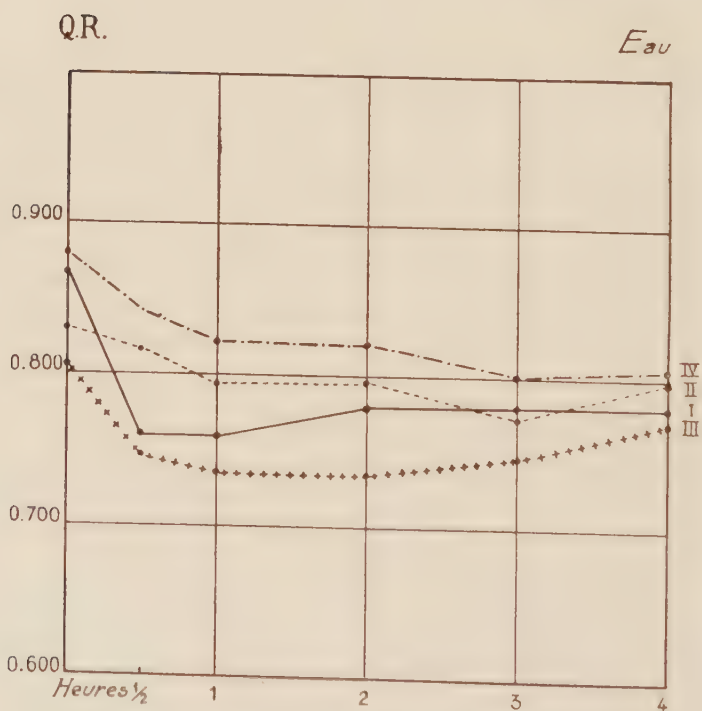
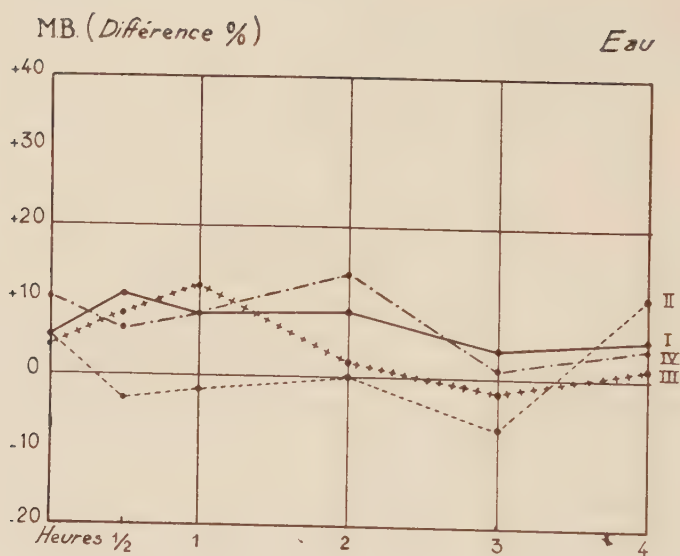
Quoi qu'il en soit, nous avons procédé chez des sujets adultes, jeunes (de 20 à 30 ans), sains, en bonne santé et à jeun depuis la veille, maintenus au repos et en équilibre thermique, à une série d'expériences :

- 1) Ingestion de 150 gr. d'eau (épreuve témoin) ;
- 2) Ingestion de 45 gr. de glucose dissous dans 150 gr. d'eau ;
- 3) Ingestion de 45 gr. de galactose dissous dans 150 gr. d'eau ;
- 4) Ingestion de 45 gr. de lévulose dissous dans 150 gr. d'eau.

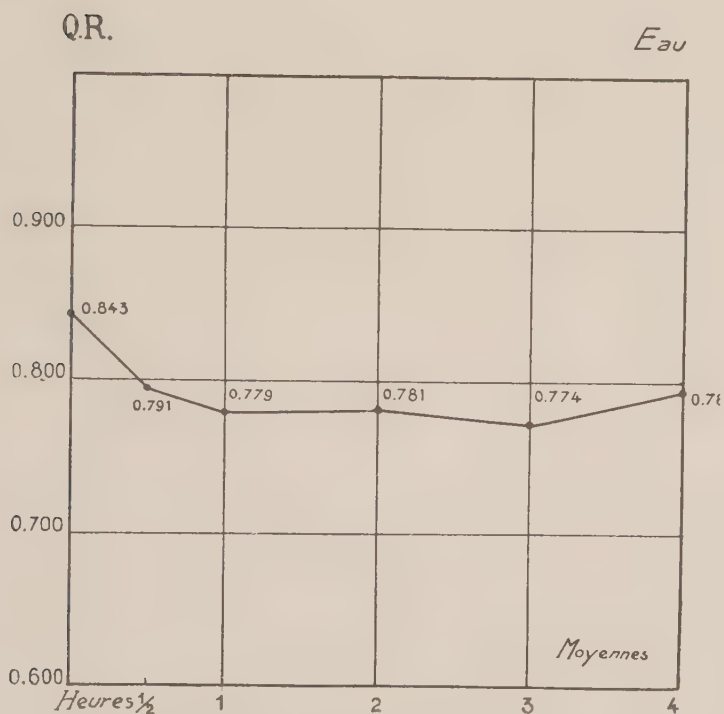
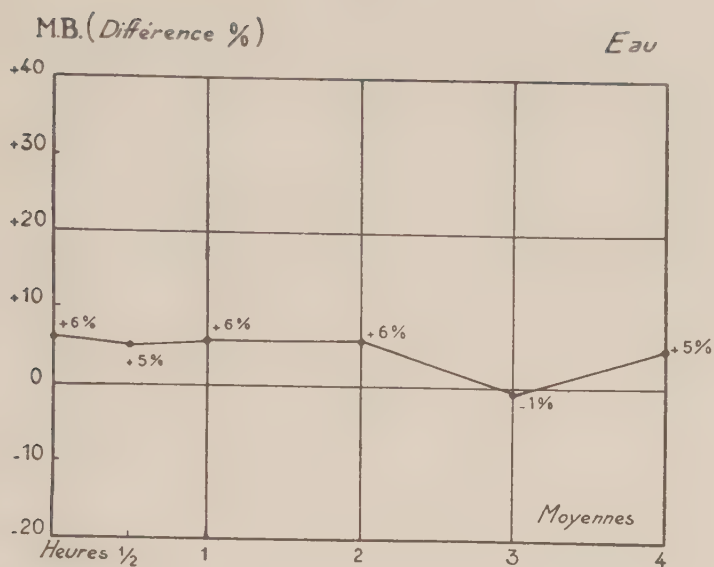
Une première détermination était effectuée avant l'ingestion. De nouvelles déterminations étaient ensuite répétées 1/2 heure, 1, 2, 3 et 4 heures après l'ingestion, ceci afin de suivre étroitement toute modification des échanges respiratoires. Les résultats obtenus au cours de tous ces essais sont groupés dans les tableaux et graphiques ci-après (Tableaux VI à IX et Graphiques II à IX) :

TABLEAU VI. — Variations des échanges respiratoires chez l'homme, après ingestion de 150 gr. d'eau.

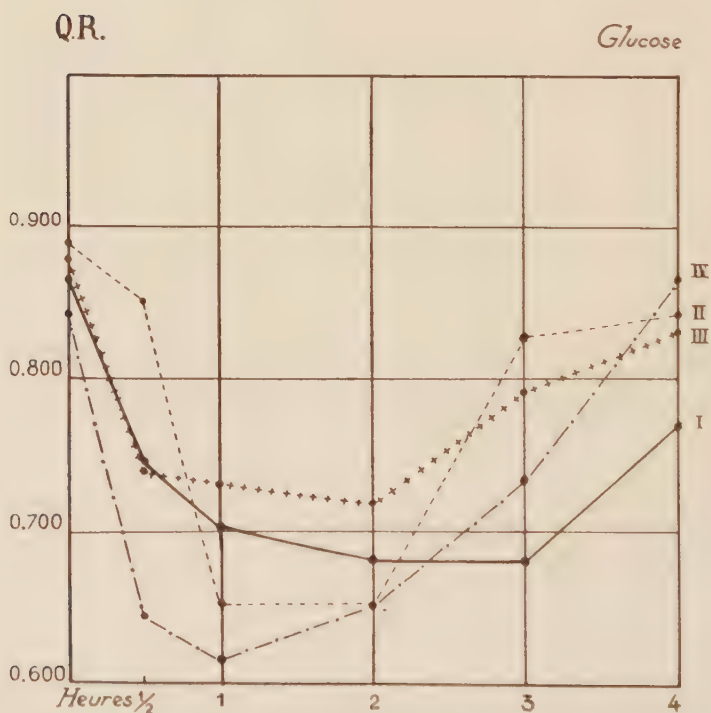
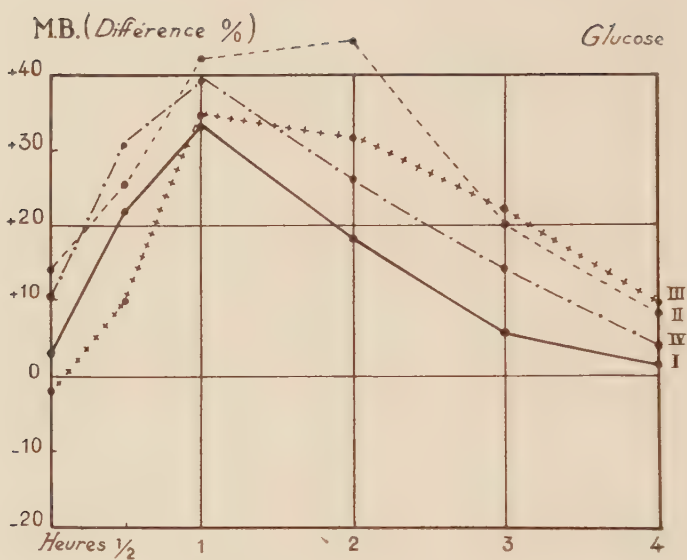
Sujet	Poids :	Taille :	Surface :								
I	87 kg.	1 m. 80	2 mq 05								
» II	60,100	» : 1 m. 645	» : 1 mq 66								
» III	57,150	» : 1 m. 54	» : 1 mq 62								
» IV	82,600	» : 1 m. 64	» : 1 mq 88								
	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolis- me basal	Variations %
Sujet I											
Avant...	18°	740	510	3,36	17,14	3,76	0,89	0,864	4,88	41,62	+ 5 %
1/2 heure											
après ..	19°	740	504	3,27	16,85	4,05	0,80	0,760	4,75	44,08	+ 11 %
1 h. après	20°	740	487	3,32	16,77	4,13	0,80	0,760	4,75	43,04	+ 8 %
2 h. »	22°	740	491	3,43	16,74	4,16	0,82	0,783	4,78	43,36	+ 9 %
3 h. »	24°	740	483	3,35	16,85	4,05	0,82	0,783	4,78	41,13	+ 4 %
4 h. »	24°	740	485	3,37	16,85	4,05	0,82	0,783	4,78	41,55	+ 5 %



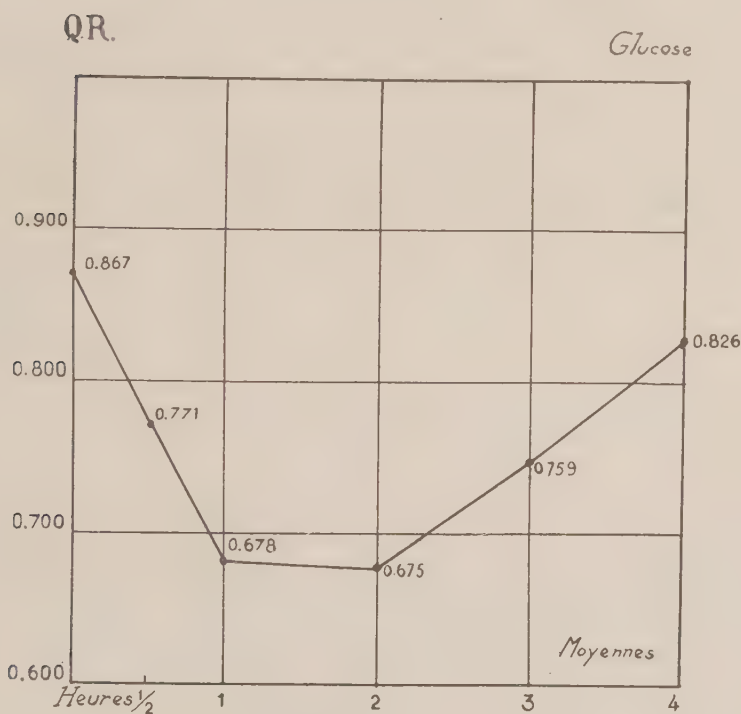
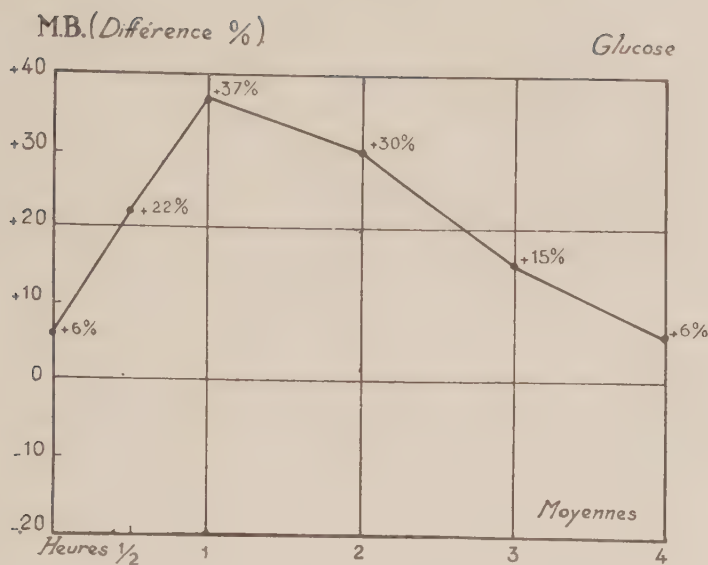
GRAPHIQUE II. — Variations des échanges respiratoires chez l'homme, après ingestion de 150 grammes d'eau (4 expériences).



GRAPHIQUE III. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 150 grammes d'eau (Moyennes).



GRAPHIQUE IV. — Variations des échanges respiratoires chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de glucose (4 expériences).



GRAPHIQUE V. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de glucose (Moyennes).

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolisme basal	Variations %
Sujet II											
Avant....	17°	775	368	3,33	17,07	3,83	0,86	0,828	4,83	38,93	+ 5 %
1/2 heure après ..	17°	775	367	3,02	17,35	3,55	0,85	0,816	4,81	35,59	— 3 %
1 h. après	17°	775	362	3,05	17,23	3,67	0,83	0,794	4,79	36,27	— 2 %
2 h. »	18°	775	344	3,29	16,95	3,95	0,83	0,794	4,79	36,98	0
3 h. »	19°	775	335	3,08	17,10	3,8	0,81	0,773	4,76	34,27	— 7 %
4 h. »	20°	775	326	3,11	17,18	3,72	0,83	0,794	4,79	41,34	+ 11 %
Sujet III											
Avant....	15°	745	387	3,05	17,27	3,63	0,84	0,806	4,80	38,68	+ 4 %
1/2 heure après ..	15°	745	382	3,02	17,12	3,78	0,79	0,747	4,73	40,20	+ 8 %
1 h. après	17°	745	398	3,00	17,09	3,81	0,78	0,734	4,71	41,78	+ 12 %
2 h. »	19°	745	373	2,94	17,16	3,74	0,78	0,734	4,71	38,02	+ 2 %
3 h. »	21°	745	368	2,89	17,28	3,62	0,79	0,747	4,73	36,05	— 2 %
4 h. »	21°	745	380	2,98	17,24	3,66	0,81	0,773	4,76	37,33	+ 1 %
Sujet IV											
Avant....	20°	740	450	3,45	17,10	3,80	0,90	0,876	4,89	40,73	+ 10 %
1/2 heure après ..	20°	740	431	3,37	17,05	3,85	0,87	0,841	4,85	39,48	+ 6 %
1 h. après	20°	740	437	3,33	17,04	3,86	0,86	0,828	4,83	40,00	+ 8 %
2 h. »	21°	740	459	3,35	16,98	3,94	0,85	0,816	4,81	42,52	+ 14 %
3 h. »	22°	740	410	3,26	17,01	3,89	0,83	0,794	4,79	37,63	+ 1 %
4 h. »	22°	740	420	3,30	17,01	3,89	0,84	0,806	4,80	38,51	+ 4 %

TABLEAU VII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de glucose dissous dans 150 gr. d'eau.

Sujet I	Poids : 87 kg.	Taille : 1 m. 80	Surface : 2 mq 05
» II.....	» : 60,100	» : 1 m. 645	» : 1 mq 66
» III.....	» : 57,150	» : 1 m. 54	» : 1 mq 62
» IV.....	» : 82,600	» : 1 m. 64	» : 1 mq 88

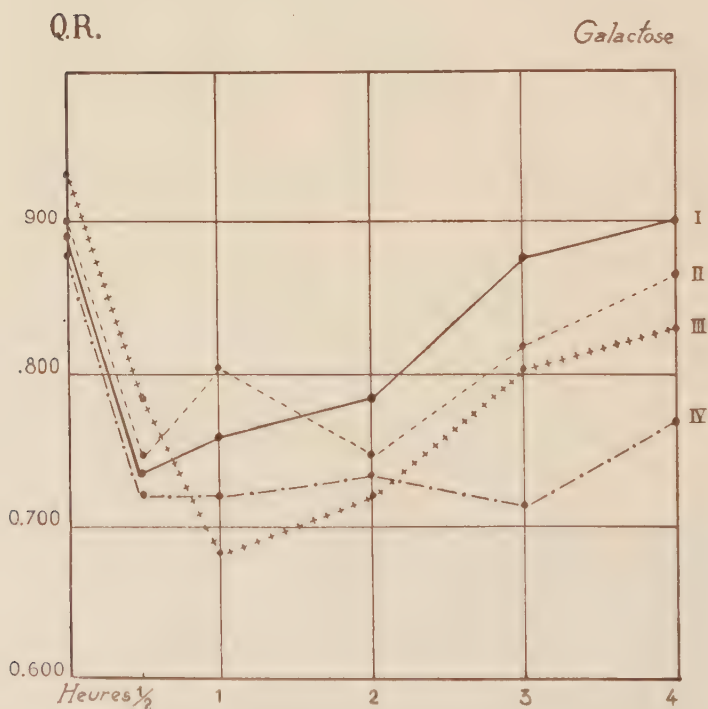
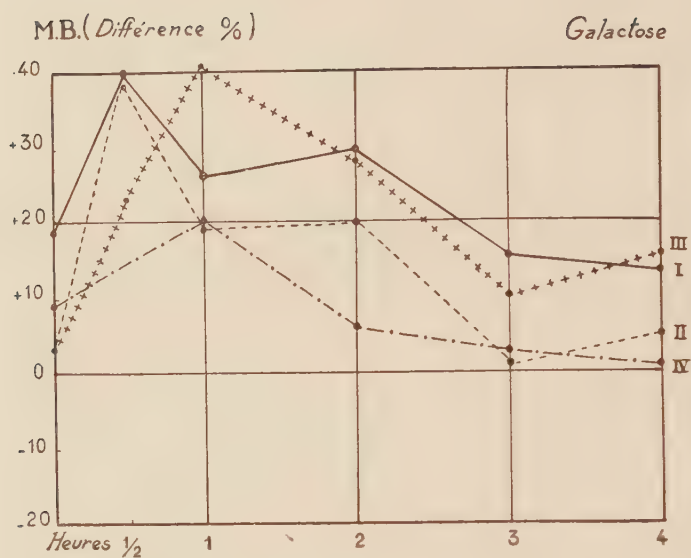
	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolisme basal	Variations %
Sujet I											
Avant....	18°	750	465	3,57	16,93	3,97	0,89	0,864	4,88	40,88	+ 3 %
1/2 heure après ..	20°	750	442	4,00	15,88	5,02	0,79	0,747	4,73	48,34	+ 22 %
1 h. après	20°	750	494	3,7	16,01	4,89	0,75	0,703	4,63	52,54	+ 33 %
2 h. »	22°	750	496	3,22	16,05	4,85	0,73	0,681	4,66	46,71	+ 18 %
3 h. »	22°	750	450	3,2	16,41	4,49	0,73	0,681	4,66	42,11	+ 6 %
4 h. »	21°	750	468	3,27	16,91	3,99	0,81	0,773	4,76	40,55	+ 2 %
Sujet II											
Avant....	14°	740	424	3,3	17,29	3,61	0,91	0,888	4,90	42,19	+ 14 %
1/2 heure après ..	14°	740	450	3,31	17,15	3,75	0,88	0,851	4,89	46,70	+ 26 %
1 h. après	14°	740	441	3,08	16,6	4,3	0,71	0,658	4,64	52,58	+ 42 %
2 h. »	15°	740	421	3,3	16,29	4,61	0,71	0,658	4,64	53,53	+ 44 %
3 h. »	17°	740	417	3,31	17,06	3,84	0,86	0,828	4,83	44,83	+ 20 %
4 h. »	22°	740	401	3,25	17,18	3,72	0,87	0,841	4,85	40,27	+ 8 %

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolis- me basal	Variations %
Sujet III											
Avant....	19°	745	347	3,37	17,16	3,74	0,90	0,816	4,89	36,13	— 2 %
1/2 heure après..	19°	745	324	3,73	16,64	4,26	0,87	0,841	4,85	40,95	+ 10 %
1 h. après	19°	745	380	3,69	16,21	4,69	0,78	0,734	4,71	49,80	+ 34 %
2 h. »	19°	745	375	3,59	16,27	4,63	0,77	0,723	4,70	48,42	+ 32 %
3 h. »	16°	745	362	3,69	16,48	4,42	0,83	0,794	4,79	45,25	+ 22 %
4 h. »	16°	745	377	3,3	17,07	3,83	0,86	0,828	4,83	40,75	+ 10 %
Sujet IV											
Avant....	14°	760	524	3,00	17,59	3,31	0,87	0,841	4,85	45,01	+ 10 %
1/2 heure après..	14°	760	522	2,81	16,93	3,97	0,70	0,648	4,62	52,08	+ 40 %
1 h. après	14°	760	536	2,79	16,68	4,22	0,66	0,618	4,59	55,31	+ 49 %
2 h. »	14°	760	453	2,88	16,75	4,15	0,68	0,638	4,61	46,94	+ 26 %
3 h. »	15°	760	473	2,81	17,34	3,56	0,78	0,734	4,71	42,29	+ 14 %
4 h. »	16°	760	445	3,10	17,43	3,47	0,89	0,864	4,88	38,45	+ 4 %

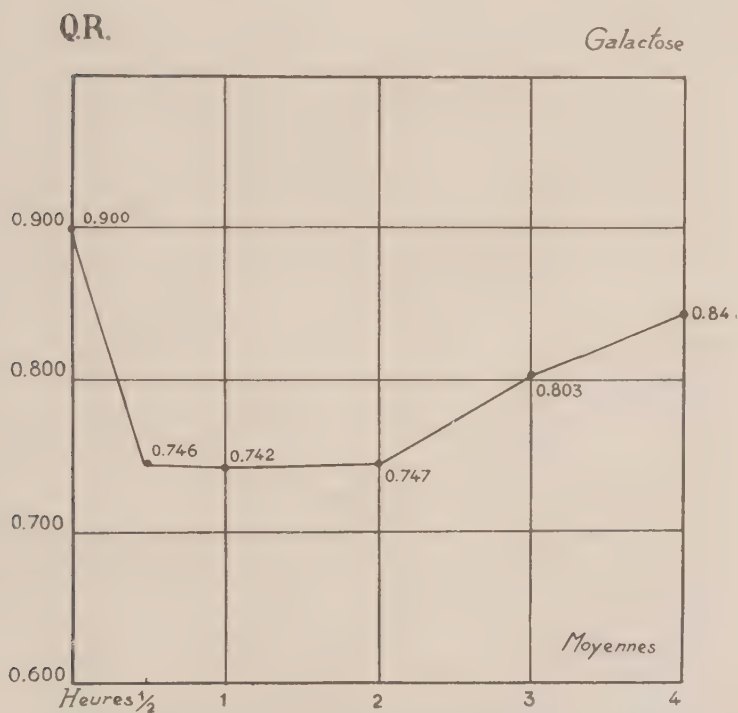
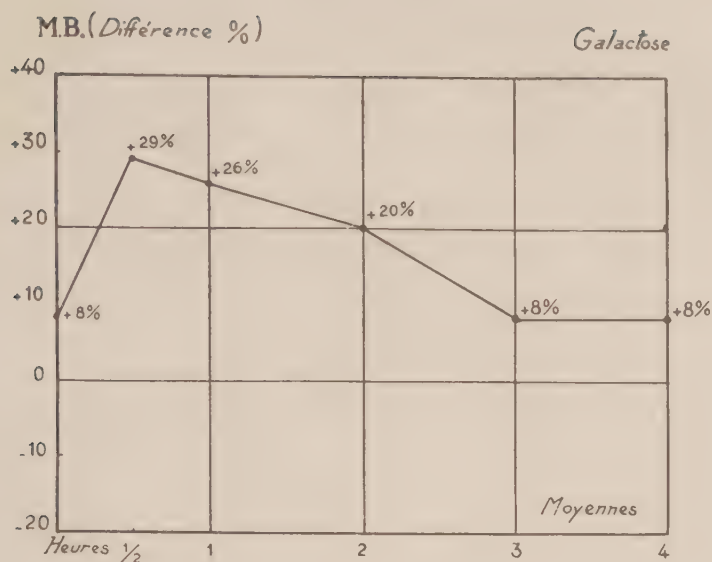
TABLEAU VIII. — **Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de galactose dissous dans 150 gr. d'eau.**

Sujet I	Poids :	87 kg.	Taille :	1 m. 80	Surface :	2 mq 05
» II	» :	60,100	» :	1 m. 645	» :	1 mq 66
» III	» :	57,150	» :	1 m. 54	» :	1 mq 62
» IV	» :	82,600	» :	1 m. 64	» :	1 mq 88

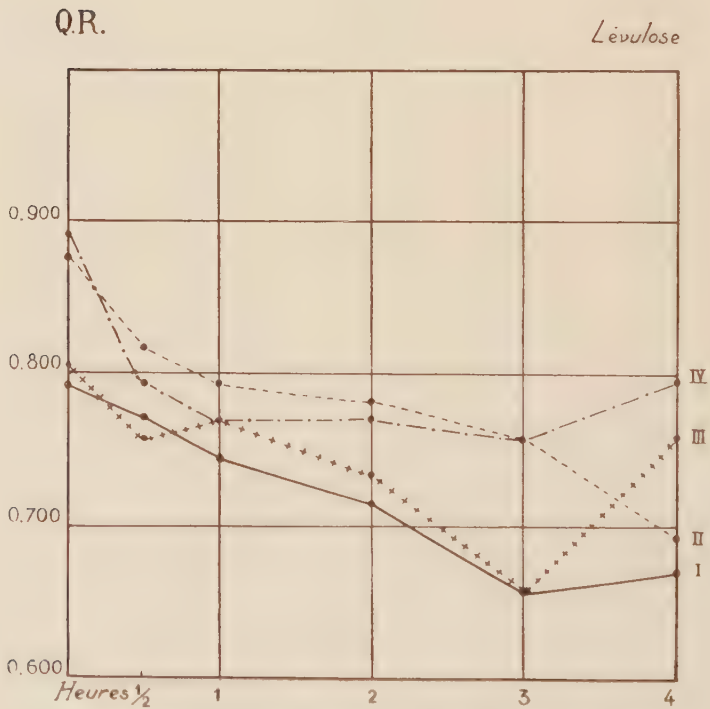
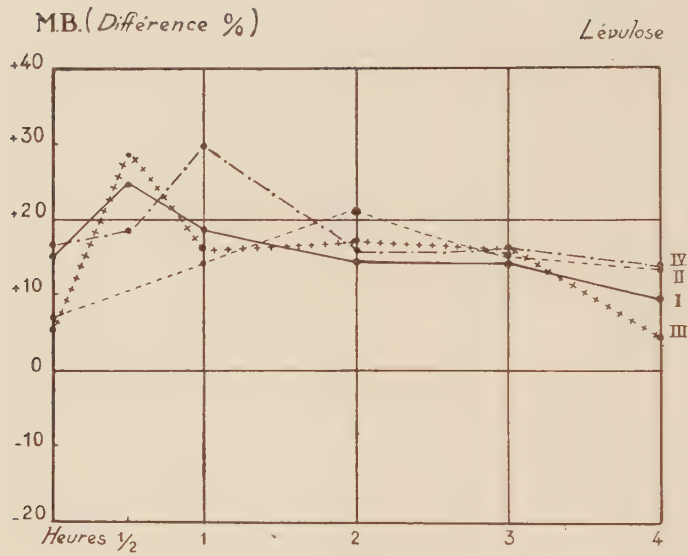
	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolis- me basal	Variations %
Sujet I											
Avant....	14°	760	480	3,95	16,57	4,33	0,91	0,888	4,90	47,09	+ 19 %
1/2 heure après..	14°	760	520	3,70	16,21	4,69	0,78	0,734	4,71	55,58	+ 40 %
1 h. après	17°	760	495	3,63	16,39	4,51	0,80	0,760	4,75	49,80	+ 26 %
2 h. »	18°	760	509	3,73	16,39	4,51	0,82	0,783	4,78	51,23	+ 29 %
3 h. »	18°	760	478	3,88	16,63	4,27	0,90	0,876	4,89	45,76	+ 15 %
4 h. »	18°	760	486	3,81	16,78	4,12	0,92	0,900	4,92	44,74	+ 13 %
Sujet II											
Avant....	17°	765	385	3,25	17,38	3,52	0,92	0,900	4,92	38,31	+ 3 %
1/2 heure après..	17°	765	436	3,30	16,73	4,17	0,79	0,747	4,73	51,02	+ 38 %
1 h. après	17°	765	380	3,48	16,80	4,10	0,84	0,806	4,80	44,10	+ 19 %
2 h. »	18°	765	381	3,32	16,74	4,16	0,79	0,747	4,73	44,65	+ 20 %
3 h. »	19°	765	349	3,30	17,05	3,85	0,85	0,816	4,81	37,67	+ 1 %
4 h. »	20°	765	391	3,21	17,31	3,59	0,89	0,864	4,88	39,14	+ 5 %
Sujet III											
Avant....	14°	745	358	3,57	17,15	3,75	0,95	0,937	4,96	38,32	+ 3 %
1/2 heure après..	15°	745	383	3,47	16,70	4,20	0,82	0,783	4,78	45,74	+ 23 %
1 h. après	15°	745	420	3,25	16,48	4,42	0,73	0,681	4,65	52,55	+ 41 %
2 h. »	18°	745	383	3,41	16,51	4,39	0,77	0,723	4,70	47,21	+ 27 %
3 h. »	18°	745	360	3,42	16,87	4,03	0,84	0,806	4,80	40,77	+ 10 %
4 h. »	20°	745	384	3,58	16,77	4,13	0,86	0,828	4,83	44,16	+ 15 %



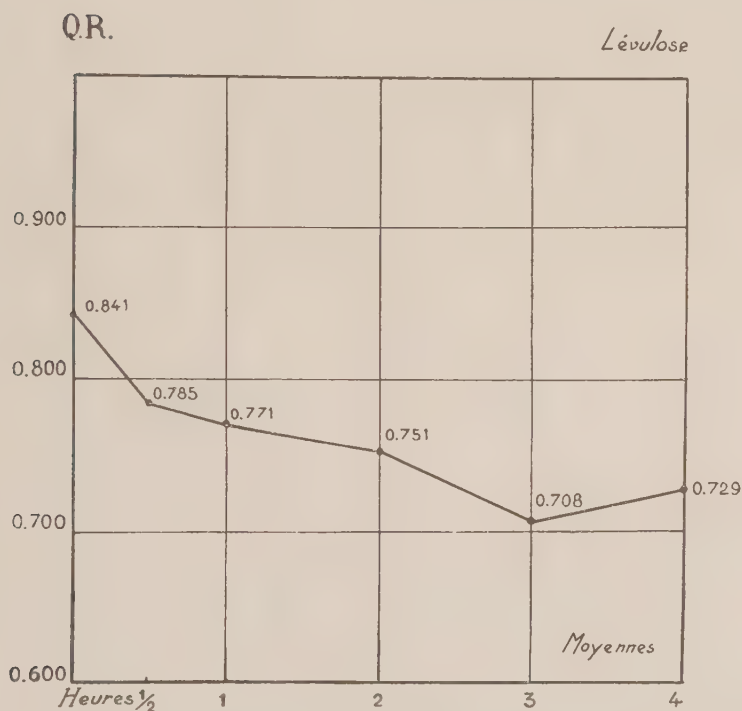
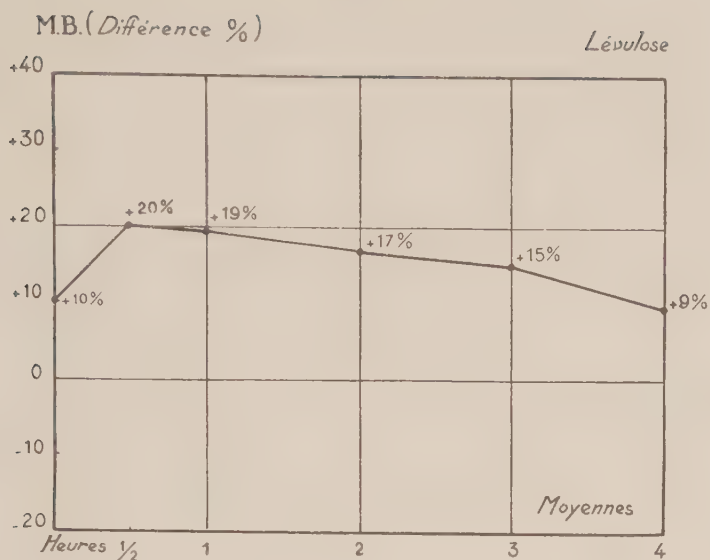
GRAPHIQUE VI. — Variations des échanges respiratoires chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de galactose (4 expériences).



GRAPHIQUE VII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de galactose (Moyennes).



GRAPHIQUE VIII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de lévulose (4 expériences).



GRAPHIQUE IX. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de lévulose (Moyennes),

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolisme basal	Variations %
Sujet IV											
Avant...	20°	745	426	3,60	16,91	3,59	0,90	0,876	4,89	40,63	+ 9 %
1/2 heure après ..	20°	745	421	3,30	16,64	4,26	0,77	0,723	4,70	42,86	+ 15 %
1 h. après	20°	745	440	3,29	16,68	4,22	0,77	0,723	4,70	44,65	+ 20 %
2 h. »	20°	745	418	3,10	16,93	3,97	0,78	0,734	4,71	39,46	+ 6 %
3 h. »	20°	745	394	3,08	16,89	4,01	0,76	0,714	4,69	38,90	+ 5 %
4 h. »	20°	745	408	3,13	17,05	3,85	0,81	0,773	4,76	37,31	+ 1 %

TABEAU IX. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de lévulose dissous dans 150 gr. d'eau.

Sujet I	Poids : 87 kg.	Taille : 1 m. 80	Surface : 2 mq 05
» II.....	» : 60,100	» : 1 m. 645	» : 1 mq 66
» III.....	» : 57,150	» : 1 m. 54	» : 1 mq 62
» IV.....	» : 82,600	» : 1 m. 64	» : 1 mq 88

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolisme basal	Variations %
Sujet I											
Avant...	14°	755	506	3,35	16,87	4,03	0,83	0,794	4,79	45,72	+ 15 %
1/2 heure après ..	15°	755	558	3,21	16,95	3,95	0,81	0,773	4,76	49,09	+ 24 %
1 h. après	21°	755	539	3,17	16,92	3,98	0,79	0,747	4,73	46,82	+ 18 %
2 h. »	24°	755	534	3,02	16,93	3,97	0,76	0,764	4,69	45,14	+ 14 %
3 h. »	24°	755	456	3,3	16,32	4,58	0,71	0,658	4,64	45,21	+ 14 %
4 h. »	24°	755	456	3,2	16,48	4,42	0,72	0,670	4,66	43,24	+ 9 %
Sujet II											
Avant...	20°	750	411	3,19	17,38	3,52	0,90	0,876	4,89	39,60	+ 7 %
1/2 heure après ..	21°	750	418	3,10	17,28	3,62	0,85	0,816	4,81	41,21	+ 11 %
1 h. après	22°	750	401	3,27	17,00	3,90	0,83	0,794	4,79	42,36	+ 14 %
2 h. »	24°	750	414	3,37	16,82	4,08	0,82	0,783	4,78	44,95	+ 21 %
3 h. »	24°	750	404	3,20	16,93	3,97	0,80	0,760	4,75	42,84	+ 15 %
4 h. »	23°	750	390	3,02	16,86	4,04	0,74	0,692	4,67	42,36	+ 13 %
Sujet III											
Avant...	18°	765	347	3,31	16,98	3,92	0,84	0,806	4,80	39,08	+ 5 %
1/2 heure après ..	18°	765	451	2,96	17,21	3,69	0,80	0,760	4,75	47,66	+ 28 %
1 h. après	22°	765	389	3,20	16,96	3,94	0,81	0,773	4,76	42,94	+ 16 %
2 h. »	21°	765	369	3,26	16,81	4,09	0,78	0,734	4,71	43,48	+ 17 %
3 h. »	21°	765	351	3,09	16,59	4,31	0,71	0,658	4,64	43,07	+ 16 %
4 h. »	22°	765	370	3,00	17,15	3,75	0,80	0,760	4,75	38,86	+ 4 %
Sujet IV											
Avant...	14°	755	456	3,46	17,11	3,79	0,91	0,888	4,90	43,07	+ 16 %
1/2 heure après ..	14°	755	461	3,19	17,07	3,83	0,83	0,794	4,79	43,89	+ 18 %
1 h. après	14°	755	478	3,28	16,89	4,01	0,81	0,773	4,76	47,76	+ 29 %
2 h. »	15°	755	457	3,10	17,09	3,81	0,81	0,773	4,76	42,96	+ 16 %
3 h. »	17°	755	432	3,20	16,84	4,06	0,80	0,760	4,75	42,94	+ 16 %
4 h. »	21°	755	457	3,18	17,09	3,81	0,83	0,794	4,79	41,98	+ 13 %

Comme on peut s'en rendre compte, les diverses déterminations concordent assez bien et les graphiques des moyennes permettent d'en dégager l'allure générale. L'ingestion d'eau n'entraîne que peu de modifications. Les variations du métabolisme basal oscillent dans ce cas entre $+6$ et -1 %. De même, le quotient respiratoire ne subit pas de grosses modifications mais descend faiblement du début vers la fin.

L'amplitude des courbes du métabolisme de base et du quotient respiratoire apparaît, par contre, très accentuée dans le cas du glucose puisqu'on enregistre une augmentation moyenne de plus de 30 % du métabolisme de base et une chute du quotient respiratoire jusqu'au-dessous de 0,700. Avec le galactose, l'augmentation moyenne du métabolisme n'est plus que de 20 % environ et le quotient respiratoire ne descend pas au-dessous de 0,740. Il remonte d'ailleurs, comme dans le cas du glucose, après la 2^e heure. Avec le lévulose, l'augmentation du métabolisme n'atteint que 10 % en moyenne. La chute du quotient respiratoire est peu accentuée mais presque rectiligne puisqu'il reste encore, en moyenne, vers 0,730 après la 4^e heure.

CHAPITRE II

Influence de l'ingestion de peptone de muscle et de quelques huiles sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal chez l'homme

Les résultats obtenus dans le chapitre précédent montrent que l'augmentation constante du métabolisme de base observée après ingestion d'hexoses varie assez sensiblement, dans son amplitude, avec la nature chimique du sucre ingéré. Les modifications du quotient respiratoire, observées parallèlement, diffèrent également beaucoup d'un sucre à l'autre : en aucun cas cependant ce quotient n'a paru tendre vers l'unité, chiffre théorique. Il semble donc que nous nous trouvions en présence d'un phénomène plus complexe que celui de la combustion simple du glucide mis en cause. Il était intéressant de chercher à préciser le mécanisme de l'opération ; c'est ce que nous avons tenté de faire.

Les expériences connexes que nous rapportons ci-après y aideront ; elles ont été poursuivies en collaboration avec notre maître R. LECOQ et portent, non plus sur des hexoses, mais sur quelques matières grasses et sur une source rapidement utilisable de substances azotées.

Dans une série de recherches antérieures, LECOQ a montré que les glucides, les lipides et les protides se comportent, en définitive, dans l'organisme, de façon très voisine. Tous ces constituants de la fraction organique des aliments ont, en effet, un besoin impérieux de vitamines B pour pouvoir être utilisés. En l'absence de celles-ci, des accidents de polynévrite apparaissent dans tous les cas. Plus que le groupe auquel il appartient, ce qui importe par-dessus tout, c'est la rapidité d'assimilation intestinale de l'aliment et ses possibilités d'utilisation par l'organisme. C'est ainsi que le glucose, l'huile d'olive et la peptone de fibrine ou de muscle, méritent plus justement d'être rapprochés l'un de l'autre que le glucose et l'amidon, l'huile d'olive et l'huile de foie de morue, les diverses peptones et les protides correspondants.

§. — Mode d'utilisation des différentes fractions organiques de la ration par l'organisme

L'utilisation énergétique des glucides, des lipides et des protides apparaît très inégale à RUBNER, lorsque ces aliments sont fournis en quantité équivalente (en calories) et que les dépenses

énergétiques sont, par ailleurs, réduites au minimum (ainsi qu'il est pratiqué dans les déterminations du métabolisme de base). C'est à l'*action dynamique spécifique* propre à chacun des aliments que cet auteur attribue les différences observées.

Lorsqu'on place un chien, par exemple, au repos et à l'état de jeûne, dans une atmosphère de 33° (réalisant la neutralité thermique), on constate qu'en 24 heures la quantité de protides et de lipides prélevés par l'animal sur ses tissus équivaut à 739,9 calories, soit 30,8 calories par kg. Cependant, si on alimente ce chien en lui donnant en 24 heures 910 grammes de viande, qui apportent 38,5 calories par kg., on constate que la dépense, loin d'être couverte, s'élève à 41 calories. L'animal, quoique ayant reçu une quantité d'aliments légèrement supérieure à ses besoins calculés à jeun, consomme, en définitive, plus qu'il n'a reçu, la ration administrée devenant de ce fait insuffisante.

L'augmentation de la consommation constitue l'*action dynamique spécifique de l'aliment mis en œuvre*. Elle est, selon RUBNER, de 28 à 31 % pour les protides, de 12 à 15 % pour les lipides et de 4 à 6 % pour les glucides.

L'augmentation des échanges respiratoires à la suite d'ingestion d'aliments, spécialement de protides, a été retrouvée par BENEDICT et CARPENTER, mais calculée d'une façon un peu différente. Ces auteurs désignent sous le nom de « *coût de l'ingestion* » le rapport de la chaleur produite par l'ingestion des aliments et des calories que ceux-ci sont susceptibles de fournir. Il suffit pour obtenir ce coefficient de diviser les calories supplémentaires produites avant le repas par la valeur calorique des aliments ingérés.

Il convient d'insister sur le point que l'expérience de RUBNER n'est valable qu'au degré de neutralité thermique. A une température inférieure, une partie de la chaleur supplémentaire pourra être utilisée, en effet, pour couvrir les besoins normaux de la thermogénèse et se confondra dans la lutte de l'organisme contre le refroidissement. Ce fait s'expliquerait par la nécessité où se trouverait l'organisme de transformer tous ces aliments préalablement en glucose, celui-ci étant le seul combustible utilisable par les cellules, en vue de satisfaire ses besoins énergétiques.

Le phénomène de l'action dynamique spécifique se trouverait régi, si l'on en croit TERROINE, BONNET, JACQUOT et VINCENT, par la loi générale suivante : « Chez tout être vivant, toute transformation d'un glucide entraîne une perte d'énergie extrêmement faible si elle se fait aux dépens d'un autre glucide, plus élevée si elle a lieu aux dépens des lipides, considérable si elle s'opère aux dépens des protides ».

Le rôle primordial du glucose dans les combustions de notre organisme a sans doute été très justement mis en évidence par CHAUVIEAU. Rappelons notamment que les différences ci-après ont

été trouvées au cours de l'étude des glycémies effectuées sur le sang de l'artère carotide et de la jugulaire de chevaux soumis à une diète hydrique de plus en plus prolongée :

	Glycémie en gr. ‰ (carotide)	Glycémie en gr. ‰ (jugulaire)
Après 12 heures de diète hydrique..	0,80	0,66
» 48 » » ..	0,73	0,68
» 3 jours » ..	0,93	0,80
» 6 » » ..	0,90	0,69

La destruction incessante du glucose sanguin s'effectue, non dans les poumons comme le supposaient LAVOISIER et Claude BERNARD, mais, comme l'ont établi CHAUCHEAU et KAUFMANN, dans les capillaires de la circulation générale.

Un certain nombre d'objections peuvent être faites à l'obligation pour tous les aliments de passer par le stade glucose. L'action dynamique spécifique des différents sucres est, en particulier, loin d'être nulle. D'autre part, si cette théorie était exacte, les acides aminés les plus proches du glucose (glycocolle par exemple) devraient avoir une action dynamique spécifique sensiblement nulle, et les plus éloignés (acide glutamique, entre autres) une action dynamique plus élevée. Or, l'expérience montre une action dynamique spécifique considérable pour le glycocolle et une action dynamique spécifique nulle pour l'acide glutamique. Ajoutons, enfin, que les résultats numériques sur lesquels s'appuie RUBNER n'ont pas été constamment confirmés.

La transformation des lipides de réserve en glucose s'effectuerait lentement, selon CHAUCHEAU, au cours de l'hivernage chez la marmotte et expliquerait la faiblesse de son quotient respiratoire. Il n'en serait pas de même, par contre, chez les sujets normaux ; LAFON a montré, en effet, que la teneur en lipides du sang artériel tombe dans le sang veineux :

	Lipides en gr. ‰ (sang artériel)	Lipides en gr. ‰ (sang veineux)
1 ^{er} cheval	2,00	1,91
2 ^e cheval	2,23	1,90
1 ^{er} âne	2,35	1,89
2 ^e âne	1,96	1,32

La combustion directe des lipides, sans qu'il soit nécessaire de transformer au préalable ces aliments en glucides, a été, par ailleurs, confirmée par STEWART, GADDIE et DUNLOP.

Il serait difficile d'admettre, dans ces conditions, que les protides fassent exception. CAHN et HOUGET ont constaté précisément, après un travail prolongé, une augmentation de la teneur en urée du muscle et celle-ci s'est montrée plus élevée que dans le sang et dans le foie. Ces résultats sont en faveur d'une utilisation

directe des protides par le muscle au cours de la contraction. Des réserves de protides également peuvent être constituées, semble-t-il, au même titre que des réserves de glycogène ou de lipides dans le foie et se trouver rapidement mobilisées au cours du jeûne, comme l'ont établi ADDIS, POO et LEW.

Si l'on se rapporte aux travaux originaux de CHAUVEAU, tout porte à croire que le glucose n'est pas nécessairement l'élément initialement utilisé par l'organisme pendant la *période de repos*, car le quotient respiratoire reste souvent assez bas. Dès que survient l'effort, ce quotient s'élève, par contre, rapidement : parti de 0,74, par exemple, il peut atteindre 0,95 en 40 à 45 minutes. Après une heure de repos, il revient ensuite au chiffre du départ. ZUNTZ, HAGEMANN et KATZENSTEIN ont confirmé et précisé la prédominance de la combustion des glucides sanguins au cours du travail. La quantité de glycogène utilisée est alors quatre fois plus importante que celle des lipides. Cependant, si le travail se prolonge, la combustion des glucides diminue et arrive à ne plus guère représenter qu'un dix-septième de l'énergie totale mise en jeu.

Les expériences que nous avons relatées dans le chapitre précédent fournissant des quotients respiratoires éloignés du chiffre théorique (qui est l'unité) correspondent mal à une combustion directe des glucides. Il est vraisemblable que chez le sujet au repos, un équilibre sanguin s'établit rapidement, entraînant une combustion répartie à la fois sur les glucides, les lipides et les protides.

Voyons ce qui se passe quand le sujet ingère des matières azotées ou grasses.

§ II. — *Modifications des échanges respiratoires observées chez l'homme après ingestion de peptone de muscle et de quelques huiles*

Dans une nouvelle série d'expériences, nous avons administré, dans les mêmes conditions que précédemment, à des sujets sains et en bonne santé, à jeun depuis la veille, 45 gr. de peptone de muscle dissous dans 150 gr. d'eau ou une quantité énergiquement équivalente de différentes sources de lipides, soit 20 gr. d'huile d'olive, d'huile de ricin ou de graisse de beurre. On sait que, sous le nom de graisse de beurre, on désigne la matière grasse du beurre fondu, soigneusement filtrée.

Concurremment à l'huile d'olive et à la graisse de beurre, produits comestibles couramment employés, nous nous sommes adressés à l'huile de ricin que LECOQ considère comme un aliment de déséquilibre au même titre que le galactose. Nous reviendrons d'ailleurs, dans la troisième partie, sur cette notion particulière.

Les résultats obtenus sont groupés dans les tableaux et graphiques ci-après (Tableaux X à XIII et Graphiques X à XVII).

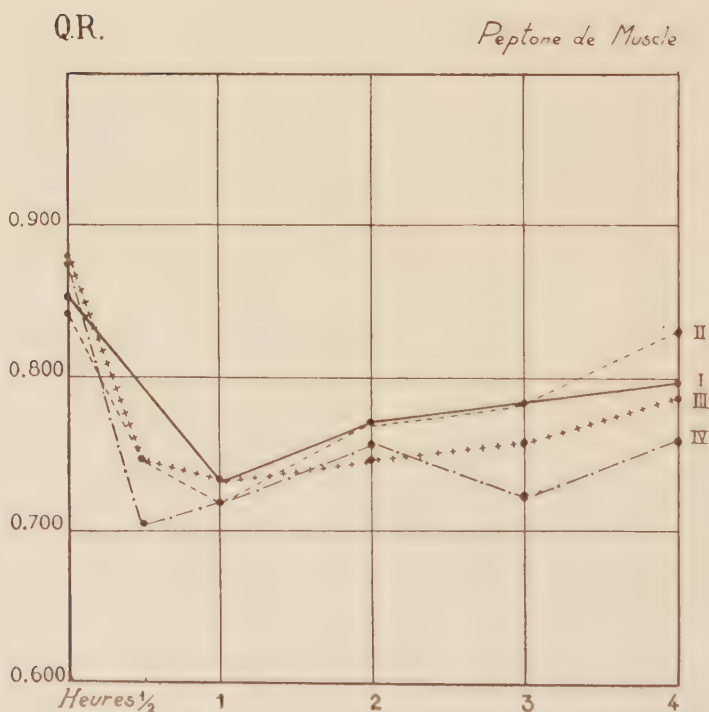
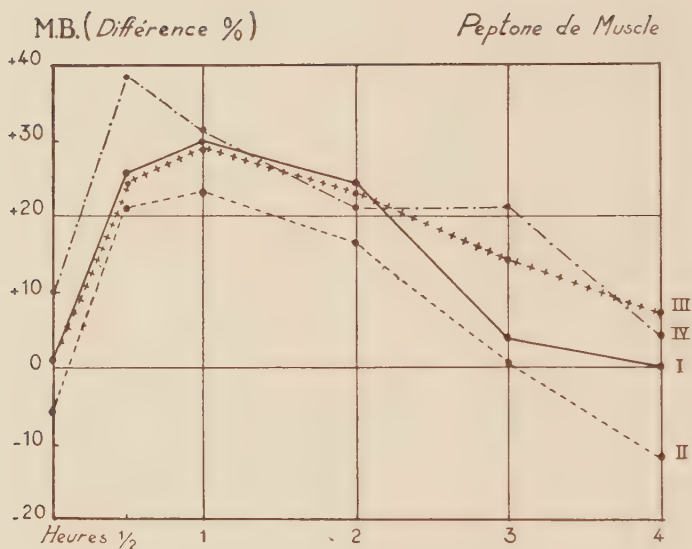
TABLEAU X. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de peptone de muscle dissous dans 150 gr. d'eau.

Sujet I	Poids :	54,950	Taille :	1 m. 62	Surface :	1 mq 58					
» II.....	» :	60,100	» :	1 m. 645	» :	1 mq 66					
» III.....	» :	60,500	» :	1 m. 64	» :	1 mq 66					
» IV.....	» :	64 kg.	» :	1 m. 64	» :	1 mq 73					
Sujet I	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolis- me basal	Variations %
Avant....	14°	775	290	3,78	16,65	4,25	0,88	0,851	4,86	37,87	+ 2 %
1/2 heure après ..	14°	775	330	3,90	16,23	4,67	0,83	0,794	4,79	46,93	+ 26 %
1 h. après	14°	775	319	3,89	15,94	4,96	0,78	0,734	4,71	48,14	+ 30 %
2 h. »	16°	775	321	3,88	16,12	4,78	0,81	0,773	4,76	45,94	+ 24 %
3 h. »	17°	775	286	3,65	16,45	4,45	0,82	0,783	4,78	38,00	+ 2 %
4 h. »	17°	775	294	3,52	16,67	4,23	0,83	0,794	4,79	37,22	0
Sujet II											
Avant....	14°	775	332	3,12	17,32	3,58	0,87	0,841	4,85	34,45	— 6 %
1/2 heure	15°	775	371	3,38	16,63	4,27	0,79	0,747	4,73	45,48	+ 22 %
1 h. après	16°	775	340	3,60	16,31	4,59	0,76	0,714	4,69	45,85	+ 23 %
2 h. »	16°	775	341	3,62	16,45	4,45	0,81	0,773	4,76	43,34	+ 17 %
3 h. »	16°	775	300	3,60	16,52	4,38	0,82	0,783	4,78	37,59	+ 1 %
4 h. »	17°	775	291	3,39	16,97	3,93	0,86	0,828	4,83	32,51	— 12 %
Sujet III											
Avant....	15°	775	345	3,49	17,08	3,82	0,91	0,888	4,90	38,06	+ 2 %
1/2 heure	15°	775	370	3,40	16,59	4,31	0,78	0,734	4,71	46,24	+ 27 %
1 h. après	15°	775	355	3,59	16,32	4,58	0,78	0,734	4,71	47,14	+ 29 %
2 h. »	16°	775	361	3,50	16,52	4,38	0,79	0,747	4,73	45,61	+ 23 %
3 h. »	18°	775	345	3,48	16,59	4,31	0,80	0,760	4,75	42,36	+ 14 %
4 h. »	21°	775	349	3,40	16,81	4,09	0,83	0,794	4,79	39,87	+ 7 %
Sujet IV											
Avant....	17°	765	365	3,70	16,79	4,11	0,80	0,876	4,89	40,52	+ 9 %
1/2 heure	17°	765	412	3,49	16,28	4,62	0,75	0,703	4,67	51,33	+ 38 %
après ..	17°	765	403	3,41	16,45	4,45	0,76	0,714	4,69	48,52	+ 31 %
1 h. après	17°	765	403	3,41	16,45	4,45	0,76	0,714	4,69	48,52	+ 31 %
2 h. »	19°	765	394	3,40	16,67	4,23	0,80	0,760	4,75	45,05	+ 21 %
3 h. »	20°	765	391	3,35	16,57	4,33	0,77	0,723	4,70	45,06	+ 21 %
4 h. »	22°	765	390	3,02	17,13	3,77	0,80	0,760	4,75	38,61	+ 4 %

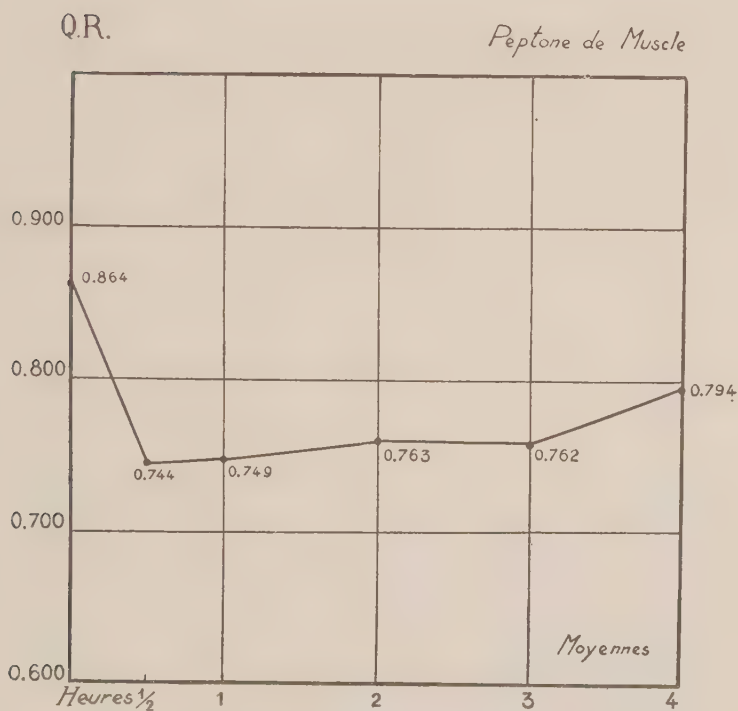
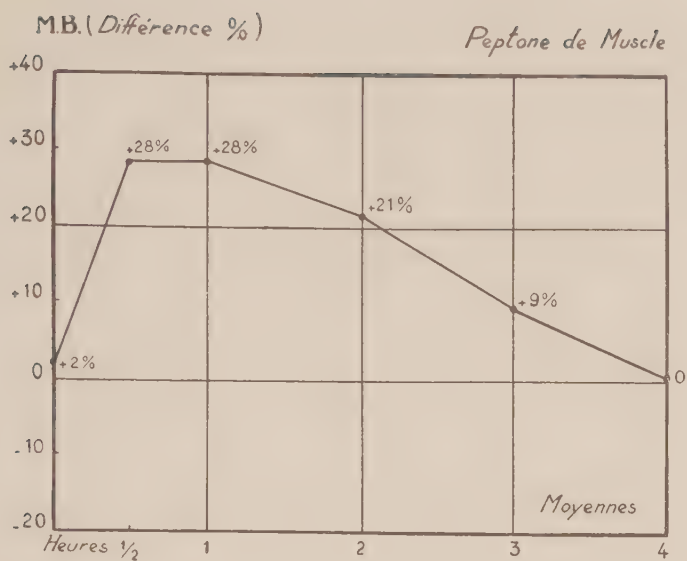
TABLEAU XI. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 20 gr. d'huile d'olive.

Sujet I	Poids : 87 kg.	Taille : 1 m. 80	Surface : 2 mq 05
» II.....	» : 57,150	» : 1 m. 54	» : 1 mq 62
» III.....	» : 52,850	» : 1 m. 62	» : 1 mq 55
» IV.....	» : 71.900	» : 1 m. 67	» : 1 mq 81

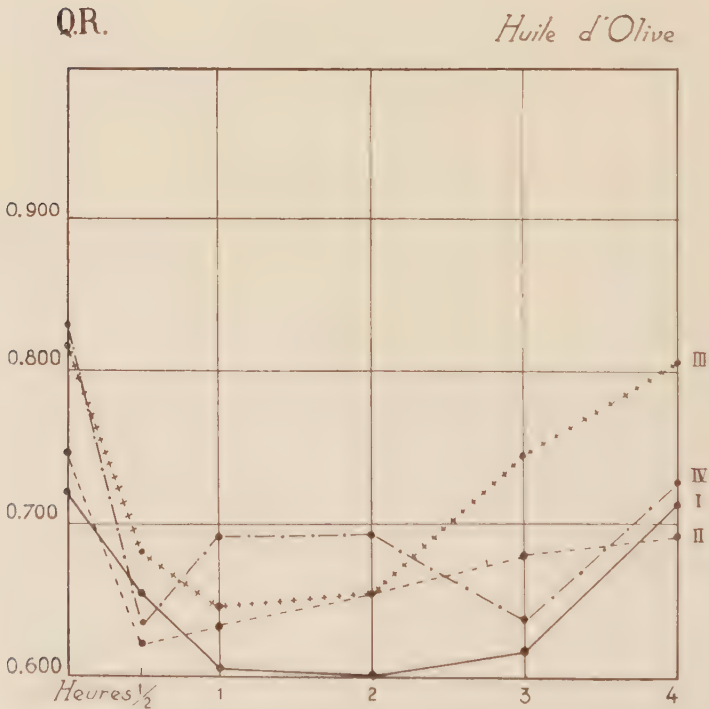
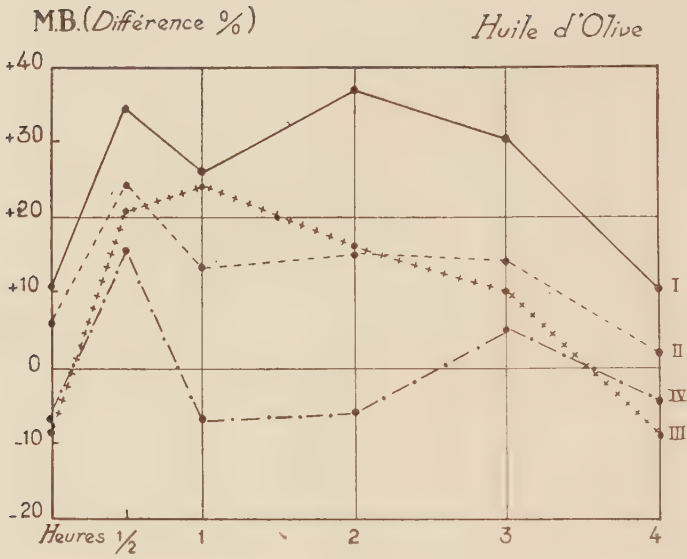
Sujet I	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ² rejeté cc. %	O ² rejeté cc. %	O ² utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ²	Métabolis- me basal	Variations %
Avant....	16°	755	468	3,10	16,75	4,15	0,77	0,723	4,70	41,78	+ 11 %
1/2 heure	17°	755	515	3,15	16,48	4,42	0,71	0,658	4,63	50,33	+ 34 %
après ..	18°	755	515	2,78	16,78	4,12	0,67	0,606	4,58	47,50	+ 26 %
1 h. après	19°	755	487	2,59	16,95	3,95	0,66	0,594	4,57	51,67	+ 37 %
2 h. »	20°	755	521	2,90	16,68	4,22	0,68	0,616	4,59	48,93	+ 30 %
3 h. »	21°	755	475	3,06	16,92	3,98	0,76	0,714	4,69	41,42	+ 10 %



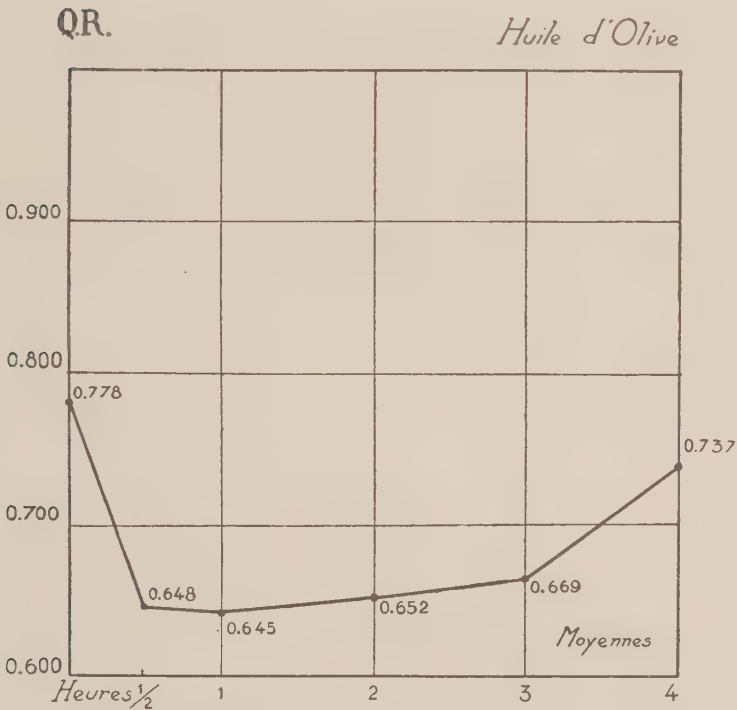
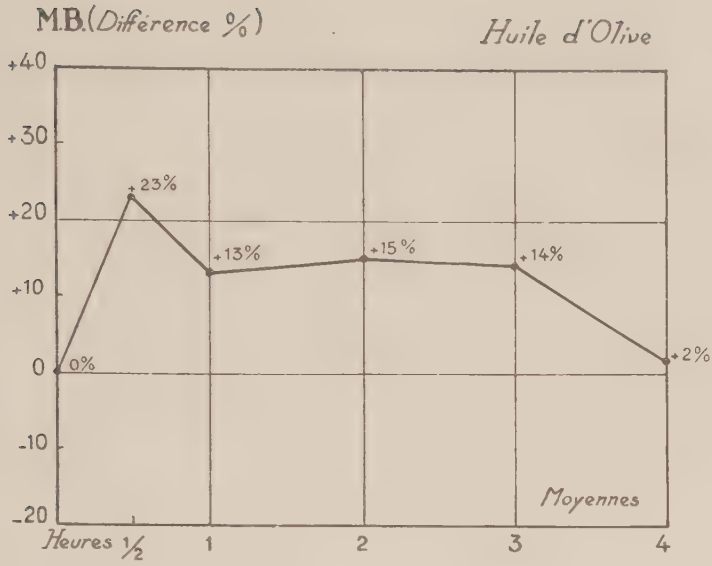
GRAPHIQUE X. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de peptone de muscle (4 expériences).



GRAPHIQUE XI. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de peptone de muscle (Moyennes).



GRAPHIQUE XII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 20 gr. d'huile d'olive (4 expériences).



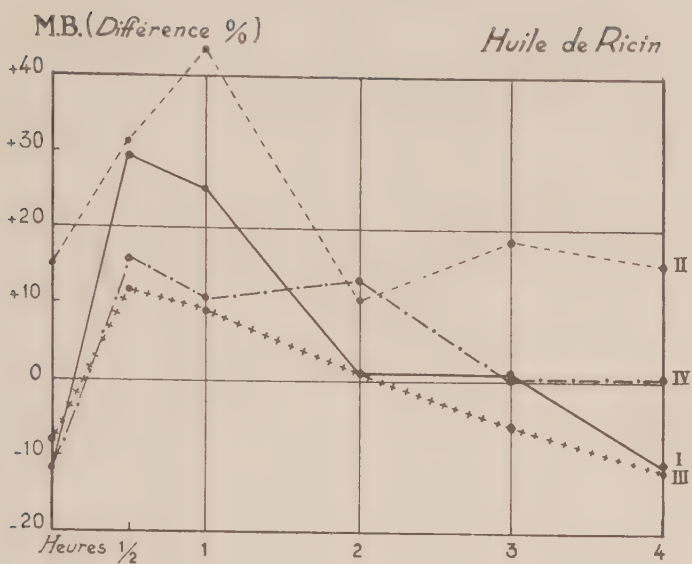
GRAPHIQUE XIII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 20 gr. d'huile d'olive (Moyennes).

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ² rejeté cc. %	O ² rejeté cc. %	O ² utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ²	Métabolisme basal	Variations %
Sujet II											
Avant....	14°	755	398	2,72	17,40	3,50	0,79	0,747	4,73	39,35	+ 6 %
1/2 heure après ..	16°	755	384	2,83	16,68	4,22	0,67	0,620	4,60	45,86	+ 23 %
1 h. après	16°	755	336	3,00	16,58	4,32	0,69	0,634	4,61	41,69	+ 12 %
2 h. »	16°	755	345	3,03	16,69	4,21	0,71	0,658	4,64	41,93	+ 13 %
3 h. »	17°	755	375	2,86	17,02	3,88	0,73	0,681	4,66	41,36	+ 11 %
4 h. »	19°	755	405	2,69	17,30	3,60	0,74	0,692	4,67	41,24	+ 11 %
Sujet III											
Avant....	14°	755	296	3,30	17,09	3,81	0,86	0,828	4,83	34,19	— 7 %
1/2 heure après ..	15°	755	292	3,39	15,96	4,94	0,69	0,635	4,61	42,92	+ 16 %
1 h. après	16°	755	287	2,91	16,99	3,91	0,74	0,692	4,67	33,43	— 9 %
2 h. »	17°	755	302	2,89	17,02	3,88	0,74	0,692	4,67	34,53	— 6 %
3 h. »	19°	755	309	2,96	16,60	4,30	0,69	0,635	4,61	38,93	+ 5 %
4 h. »	20°	755	310	2,91	17,21	3,69	0,78	0,734	4,71	35,36	— 4 %
Sujet IV											
Avant....	14°	760	311	3,56	16,77	4,13	0,85	0,816	4,81	33,76	— 8 %
1/2 heure après ..	14°	760	317	4,00	15,49	5,41	0,73	0,681	4,66	44,88	+ 21 %
1 h. après	18°	760	332	3,83	15,50	5,40	0,70	0,648	4,63	46,14	+ 24 %
2 h. »	24°	760	328	3,81	15,58	5,32	0,71	0,658	4,64	43,19	+ 16 %
3 h. »	24°	760	337	3,87	16,01	4,89	0,79	0,747	4,73	40,76	+ 10 %
4 h. »	24°	760	326	3,51	16,77	4,13	0,84	0,806	4,80	33,63	— 9 %

TABLEAU XII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 20 gr. d'huile de ricin.

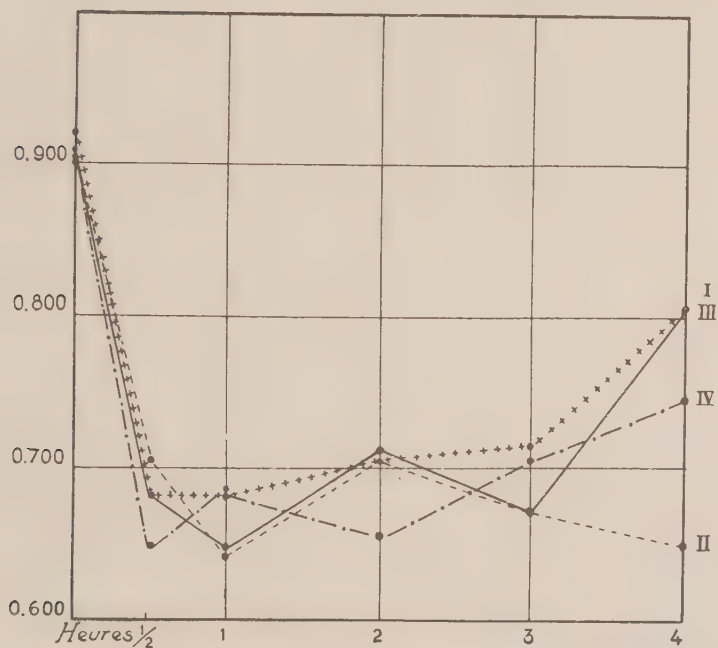
Sujet I	Poids : 87 kg.	Taille : 1 m. 80	Surface : 2 mq 05
» II.....	» : 57,150	» : 1 m. 54	» : 1 mq 62
» III.....	» : 52,850	» : 1 m. 62	» : 1 mq 55
» IV.....	» : 71,900	» : 1 m. 67	» : 1 mq 81

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ² rejeté cc. %	O ² rejeté cc. %	O ² utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ²	Métabolisme basal	Variations %
Sujet I											
Avant....	14°	760	445	3,30	17,39	3,51	0,92	0,900	4,92	36,13	— 8 %
1/2 heure après ..	20°	760	495	3,45	16,22	4,68	0,73	0,681	4,66	51,15	+ 29 %
1 h. après	24°	760	505	3,19	16,40	4,50	0,70	0,648	4,63	49,43	+ 25 %
2 h. »	24°	760	475	3,03	16,95	3,95	0,76	0,714	4,69	40,61	+ 2 %
3 h. »	24°	760	465	3,00	16,79	4,11	0,71	0,670	4,66	40,99	+ 2 %
4 h. »	24°	760	454	3,02	17,33	3,57	0,84	0,806	4,80	35,07	— 11 %
Sujet II											
Avant....	17°	755	390	3,54	17,06	3,84	0,92	0,900	4,92	42,73	+ 15 %
1/2 heure après ..	17°	755	451	2,89	17,09	3,81	0,75	0,703	4,68	49,13	+ 32 %
1 h. après	18°	755	427	3,05	16,50	4,40	0,69	0,637	4,61	53,12	+ 43 %
2 h. »	19°	755	388	2,85	17,10	3,80	0,75	0,703	4,68	41,29	+ 11 %
3 h. »	20°	755	415	2,95	16,83	4,07	0,72	0,670	4,66	47,52	+ 28 %
4 h. »	21°	755	438	2,85	16,84	4,06	0,69	0,637	4,61	50,19	+ 35 %

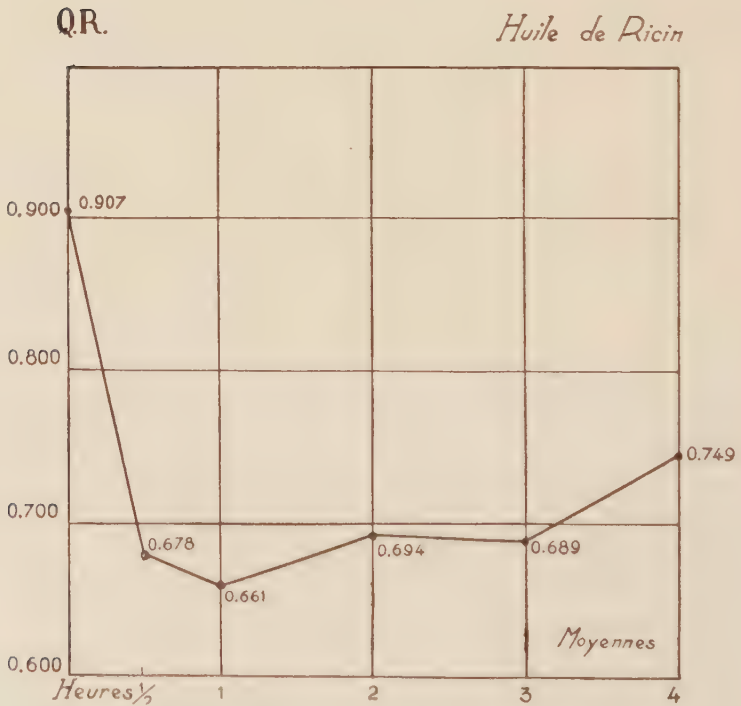
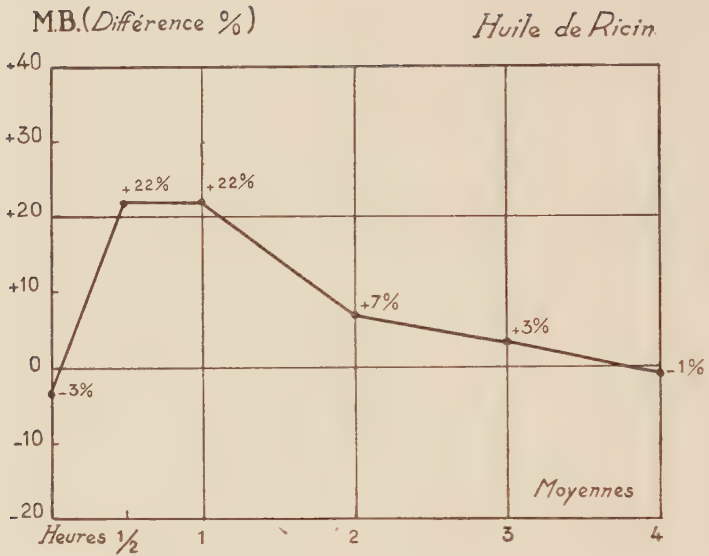


Q.R.

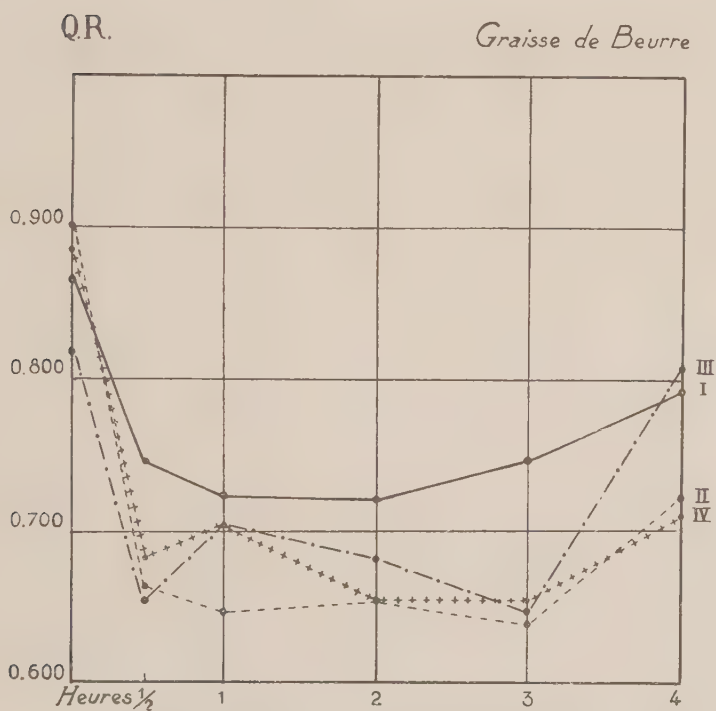
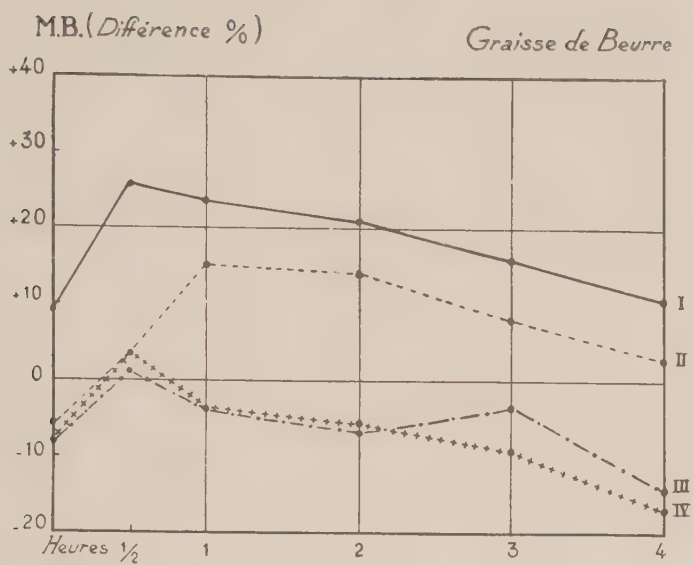
Huile de Ricin



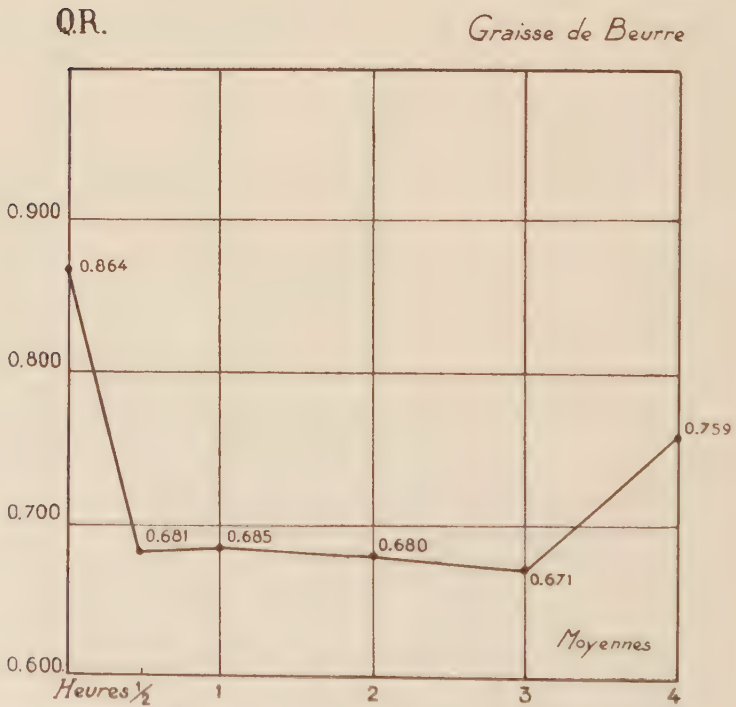
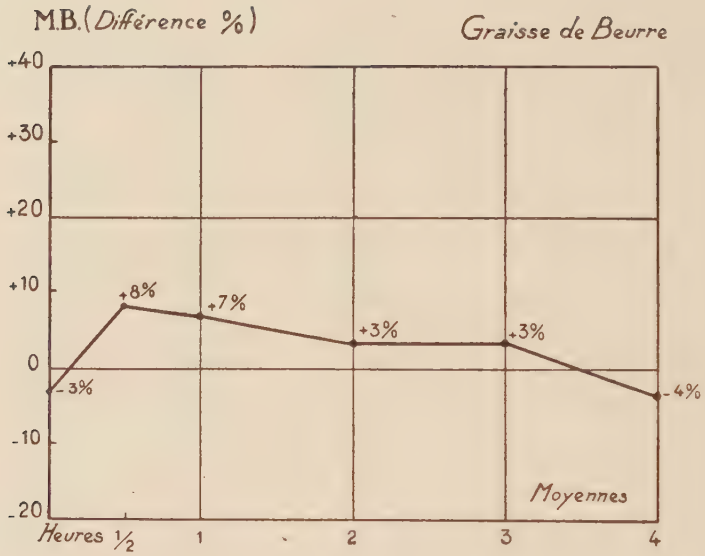
GRAPHIQUE XIV. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 20 gr. d'huile de ricin (4 expériences).



GRAPHIQUE XV. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 20 gr. d'huile de ricin (Moyennes).



GRAPHIQUE XVI. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 20 gr. de graisse de beurre (4 expériences).



GRAPHIQUE XVII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 20 gr. de graisse de beurre (Moyennes).

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolis- me basal	Variations %
Sujet III											
Avant....	17°	755	337	2,99	17,71	3,19	0,93	0,911	4,94	32,33	— 12 %
1/2 heure après ..	18°	755	339	3,02	16,61	4,29	0,70	0,648	4,63	43,09	+ 16 %
1 h. après	19°	755	363	2,81	17,08	3,82	0,73	0,681	4,66	41,09	+ 11 %
2 h. »	19°	755	338	3,00	16,72	4,18	0,71	0,658	4,64	41,91	+ 13 %
3 h. »	20°	755	332	2,91	17,06	3,84	0,75	0,703	4,68	37,53	+ 1 %
4 h. »	21°	755	355	2,89	17,28	3,62	0,79	0,747	4,73	37,73	+ 1 %
Sujet IV											
Avant....	17°	750	331	3,75	16,87	4,03	0,94	0,924	4,95	33,47	— 9 %
1/2 heure après ..	20°	750	332	3,67	15,92	4,98	0,73	0,681	4,68	41,55	+ 12 %
1 h. après	22°	750	376	3,77	15,75	5,15	0,73	0,681	4,68	40,21	+ 8 %
2 h. »	22°	750	375	3,66	16,05	4,85	0,75	0,703	4,69	37,78	+ 2 %
3 h. »	22°	750	370	3,43	16,40	4,50	0,76	0,714	4,69	34,31	— 7 %
4 h. »	22°	750	324	3,36	16,90	4,00	0,84	0,806	4,80	21,84	— 13 %

TABLEAU XIII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 20 gr. de graisse de beurre.

Sujet I	Poids : 87 kg.	Taille : 1 m. 80	Surface : 2 mq 05
» II.....	» : 57,150	» : 1 m. 54	» : 1 mq 62
» III.....	» : 52,850	» : 1 m. 62	» : 1 mq 55
» IV.....	» : 71,900	» : 1 m. 67	» : 1 mq 81

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolis- me basal	Variations %
Sujet I											
Avant....	16°	775	483	3,46	17,04	3,86	0,89	0,864	4,88	43,30	+ 9 %
1/2 heure après ..	16°	775	491	3,55	16,40	4,50	0,79	0,747	4,73	50,12	+ 26 %
1 h. après	16°	775	473	3,49	16,39	4,51	0,77	0,723	4,70	48,83	+ 23 %
2 h. »	17°	775	471	3,46	16,46	4,44	0,77	0,723	4,70	47,98	+ 21 %
3 h. »	18°	775	483	3,38	16,66	4,24	0,79	0,747	4,73	46,57	+ 17 %
4 h. »	19°	775	477	3,41	16,81	4,09	0,83	0,794	4,79	44,02	+ 11 %
Sujet II											
Avant....	14°	745	391	2,90	17,78	3,12	0,93	0,911	4,94	34,59	— 6 %
1/2 heure après ..	14°	745	338	2,89	16,89	4,01	0,72	0,670	4,66	38,22	+ 3 %
1 h. après	14°	745	353	3,00	16,63	4,27	0,70	0,648	4,63	42,56	+ 15 %
2 h. »	14°	745	343	3,12	16,56	4,34	0,71	0,658	4,64	42,45	+ 14 %
3 h. »	15°	745	331	2,98	16,64	4,26	0,69	0,636	4,61	40,03	+ 8 %
4 h. »	17°	745	357	3,05	17,07	3,83	0,77	0,723	4,70	39,27	+ 6 %
Sujet III											
Avant....	14°	745	320	3,03	17,34	3,56	0,85	0,816	4,81	33,84	— 8 %
1/2 heure après ..	17°	745	317	2,85	16,67	4,23	0,69	0,636	4,61	38,24	+ 3 %
1 h. après	20°	745	288	3,00	16,64	4,26	0,70	0,648	4,62	35,45	— 4 %
2 h. »	23°	745	283	3,13	16,65	4,25	0,73	0,681	4,68	34,51	— 6 %
3 h. »	24°	745	280	2,97	16,66	4,24	0,70	0,648	4,62	33,44	— 9 %
4 h. »	23°	745	293	3,21	17,08	3,82	0,84	0,806	4,80	31,75	— 14 %

Sujet	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolis- me basal	Variations %
Sujet IV											
Avant....	14°	765	341	3,45	17,11	3,79	0,91	0,888	4,90	33,81	— 8 %
1/2 heure											
après ..	18°	765	323	3,31	16,41	4,49	0,73	0,681	4,66	37,41	+ 1 %
1 h. après	19°	765	317	3,25	16,55	4,35	0,75	0,703	4,68	35,22	— 4 %
2 h. »	19°	765	319	3,00	16,69	4,21	0,71	0,658	4,63	34,26	— 7 %
3 h. »	20°	765	316	3,17	16,48	4,42	0,71	0,658	4,63	35,69	— 3 %
4 h. »	22°	765	307	3,04	16,88	4,02	0,75	0,703	4,68	31,15	— 15 %

Les résultats obtenus diffèrent grandement de ceux qui avaient été obtenus par RUBNER avec les représentants des 3 groupes : glucides, protides et lipides.

L'amplitude des courbes du métabolisme de base apparaît ici sensiblement la même qu'il s'agisse de la peptone de muscle, de l'huile d'olive ou de l'huile de ricin, puisqu'on enregistre une augmentation moyenne de 23 à 26 % du métabolisme de base. Avec la graisse de beurre, l'amplitude maxima de la courbe du métabolisme basal atteint seulement 11 % en moyenne, ce qui lui donne une configuration voisine de la courbe obtenue après ingestion de lévulose.

La chute du quotient respiratoire s'observe dans tous les cas. Elle apparaît toutefois plus accusée avec les différentes huiles qu'avec la peptone de muscle, ce qui n'est pas pour nous surprendre, puisqu'à la combustion des lipides correspondent les quotients respiratoires les plus bas. L'allure générale de ces courbes reste cependant très comparable.

Il est vraisemblable que, dans les conditions de détermination du métabolisme de base (au repos et à la neutralité thermique), l'ingestion de glucose entraîne une combustion concomitante de protides et de lipides. Le même aspect de combustion complexe, où glucides, protides et lipides se trouvent mis à contribution, s'observerait aussi bien après ingestion de lipides, comme l'huile d'olive ou l'huile de ricin, que de protides, tels que ceux fournis par la peptone de muscle.

On constate que la similitude observée entre les variations des échanges respiratoires après ingestion de produits très différents, tels que le glucose, la peptone de muscle et l'huile d'olive, est moins grande que celle qui est observée après ingestion de deux substances appartenant cependant à un même groupe (glucides) comme le glucose et le lévulose, tous deux appartenant en plus au groupe cependant limité des hexoses.

Il y a lieu de remarquer que l'ingestion de substances de déséquilibre (galactose ou huile de ricin) est suivie d'une exagération du métabolisme de base et d'une chute du quotient respiratoire. Tout porte donc à croire qu'elles sont réellement comburées dans l'organisme et que leur action de déséquilibre se manifeste ultérieurement, vraisemblablement par l'accumulation dans le sang et dans les muscles de produits de désintégration incomplète.

CHAPITRE III

Influence de l'ingestion de quelques hexoses accompagnés de vitamines B sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal chez l'homme.

Le rôle des vitamines B dans l'utilisation des glucides par l'organisme établi par FUNK et par BRADDON et COOPER, dès 1913 et 1914, a été amplifié par Mme RANDOIN et H. SIMONNET qui ont montré qu'il existe une relation très nette entre l'utilisation des substances ingérées et la quantité de vitamines B présente dans la ration. Plus une ration renferme de glucides, plus elle doit contenir de vitamines B pour être satisfaisante.

Ces *vitamines B*, dont l'ensemble est fréquemment encore désigné sous le nom de *complexe B*, se montrent les plus importantes du groupe vitaminique. Elles exercent entre elles une action complémentaire et se trouvent toutes réunies, ainsi que l'ont montré Mme RANDOIN et LECOQ, dans la levure de bière cultivée sur moût de malt pur (aromatisé ou non), puis convenablement desséchée et pulvérisée.

Il était donc intéressant de rechercher l'action de l'addition de levure de bière aux divers hexoses préalablement étudiés sur les échanges respiratoires.

§ I. — Les vitamines du groupe B

Nous ne croyons pas inutile de préciser, en nous appuyant sur une récente revue donnée par LECOQ, quelles sont les vitamines constituant le complexe B.

L'absence globale des *vitamines du groupe B* (avitaminose B totale) provoque l'apparition d'accidents cardiaques (bradycardie) et polynévritiques (paralysies, troubles cérébelleux) accompagnés d'une chute de température ; ces accidents sont plus typiques chez le pigeon que chez le rat, mais les deux espèces d'animaux sont assez habituellement et concurremment utilisées. Une ration privée de vitamines B entraîne la mort du pigeon en un mois environ. L'addition de levure de bière cultivée sur moût de malt ou d'extrait hydroalcoolique de cette levure (Mme RANDOIN et LECOQ) en quantité suffisante, permet de compléter la ration de manière satisfaisante. L'extrait actif peut d'ailleurs être scindé en deux et même trois fractions. La terre à foulon, agitée avec l'extrait en solution hydroalcoolique, fixe le principe proprement antinévritique de la levure (vitamine B₁) ; le reste de l'extrait renferme les fractions B₂

et B₃. Après évaporation, cet extrait, ajouté à la même ration purifiée que précédemment, assure chez le pigeon un entretien prolongé, poids et température restant sensiblement constants; mais, plus ou moins rapidement, selon la dose ajoutée, des accidents antinévrétique et autoclavé à 120° en présence de bicarbonate de mort de l'animal en quelques jours. Un tel extrait privé d'action antinévrétique et autoclavé à 120° en présence de bicarbonate de soude, ne renferme plus que la fraction B₂ et paraît avoir perdu toute action sur la survie du pigeon; dans les mêmes conditions, le principe antinévrétique donné seul (terre à foulon activée) se montre également sans grande action sur le prolongement des survies des animaux, la mort survenant, dans l'un et l'autre cas, aux environs d'un mois. Cependant, l'association des fractions B₁ et B₂ assure une survie nettement prolongée (de trois mois environ), mais insuffisante, la fraction B₃ dite d'*utilisation nutritive*, détruite par la chaleur en présence de bicarbonate de soude (alcalino-labile), manquant ici (Mme RANDOIN et LECOQ). La fraction B₂ stimulant la croissance des cellules de levure (FUNK et LECOQ) fut appelée par analogie avec la précédente : vitamine d'*utilisation cellulaire*. Ces connaissances, auxquelles LECOQ était arrivé dès 1928, ont été poussées plus loin par de nombreux auteurs et la fraction B₂ se trouve, à l'heure actuelle, divisée en quatre vitamines distinctes.

Passons très rapidement en revue les caractères de ces diverses vitamines. La *vitamine B₁ ou F*, proprement *antinévrétique*, traduit son absence d'une ration par la production de bradycardie et de crises nerveuses. Des essais de purifications ont été successivement tentés et partiellement réussis par FUNK, SUZUKI, SHIMAMURA et ODAHKE, Gabriel BERTRAND et SEIDELL, JANSEN et DONATH. A l'heure actuelle, un même produit pur, agissant chez le pigeon à la dose de 0 mgr. 002, paraît avoir été obtenu par WINDAUS, KINNERSLEY et PETERS, VAN VEEN et HOLIDAY; il répondrait à la formule globale C¹²H¹⁶ON¹S³. C'est, comme on le voit, un corps azoté et sulfuré. Il se trouve en abondance, non seulement dans la levure de bière, mais encore dans les germes et les remoulages de céréales, les légumes verts, le cœur, le rein, le foie des animaux, etc., etc...

L'unité internationale de vitamine B₁, représentée par 10 milligrammes de terre à foulon activée, correspondrait à 2 microgrammes du produit pur.

Les *vitamines de la fraction B₂* ont une action générale sur la croissance, mais aussi une action générale *antidermatite*. L'étude approfondie des diverses lésions cutanées a permis de séparer : une vitamine B₂ proprement dite, constituée par les diverses flavines, une vitamine B₆, une vitamine H et une vitamine P-P.

La *vitamine B₂* proprement dite, appelée encore *vitamine G* ou *vitamine Y*, a été identifiée avec des substances fluorescentes, cristallisables qui ont reçu le nom de *flavines* et peuvent être extraites du lait, du blanc d'œuf ou du foie de divers animaux ; on les appelle, selon leur origine, lactoflavine, ovoflavine ou hépatoflavine. Les céréales seraient très pauvres en flavines.

En l'absence des flavines, on observe chez le rat une dermatite caractérisée par une chute de poils sans gonflement ni inflammation, la présence de plaques de pelade sur la tête et sur le museau, des exsudations séreuses et sanguinolentes des paupières ; les extrémités ne sont pas affectées.

KUHN, GYORGY et WAGNER-JAUREGG ont réussi à extraire 1 gr. de lactoflavine de 10.000 litres de lait ; cette substance est cristallisable sous forme d'aiguilles jaune orange, présentant une fluorescence vert jaune en solutions aqueuses ; sa formule globale s'écrit $C_{17}H_{20}N^+O^6$; c'est la 6-7-diméthyl-8-tétraoxyl-n-amyl-flavine. Un produit synthétique analogue a pu être réalisé par KARRER.

La *vitamine B₆*, dont l'action physiologique particulière a été caractérisée par GYORGY, est considérée par cet auteur comme *antiacrodynique*. En l'absence exclusive dans une ration purifiée de cette substance, dont on ignore encore la nature et dont on ne connaît que la réaction *basique*, se développe chez le rat une dermatite bourgeonnante symétrique, avec rougeur et gonflement des tissus ; on note d'ailleurs des œdèmes aux extrémités des pattes, des oreilles et du nez. Cet état pellagroïde ne peut être confondu avec la pellagre, car les céréales, en général, et le maïs, en particulier, renferment en abondance cette substance que l'on retrouve dans la levure, la mélasse, le hareng, le saumon, etc., etc...

La *vitamine H* de GYORGY, KUHN et WAGNER-JAUREGG, ou *facteur X* de BOAS, également présente dans la levure, est considérée comme *antiséborrhéique* et peut être caractérisée par la méthode biologique sur le rat. Elle se différencie de la précédente par une réaction *acide*.

La *vitamine P-P* ou *antipellagreuse*, dont l'action a été mise en évidence par GOLBERGER, WHEELER, LILLIE et ROGERS, n'a pu être étudiée jusqu'ici avec quelque exactitude que sur le chien. L'identité de la « black tongue » canine et de la pellagre humaine paraît assez généralement admise. La maladie expérimentale se caractérise par des troubles cutanés, des lésions de la langue et de la diarrhée. La *vitamine antipellagreuse* a été caractérisée dans les poissons en général, dans le foie des animaux et dans la levure.

L'existence d'une vitamine dite d'*utilisation nutritive*, mise en évidence par Mme RANDOIN et LECOQ dans la levure et dans l'extrait de malt et étudiée plus spécialement dans l'utilisation de la fraction organique des aliments par LECOQ, a été caractérisée

par WILLIAMS et WATERMAN dans le blé entier. Ces auteurs lui ont donné le nom de vitamine B₃. EDDY, GURIN et KERESTESY ayant été amenés à attribuer à la vitamine B₃ une thermolabilité que LECOQ nie, CARTER, KINNERSLEY et PETERS ont envisagé un facteur thermostable qu'ils nomment B₅ et qu'il n'est vraisemblablement pas différent de B₃.

La vitamine B₄ ayant été mise en évidence sur le pigeon et le poulet, READER et ses collaborateurs ont montré, pour le rat, la nécessité d'un troisième facteur B et l'ont appelé B₄ ; il est vraisemblable que le facteur du rat et celui du pigeon sont identiques et que par conséquent B₃ = B₄. Signalons que la vitamine B₄, dont BARNES, O'BRIEN et READER ont, par la suite, montré qu'elle était indispensable au poulet, a été obtenue sous forme cristallisée par ces auteurs et répondrait à la formule C⁴ H⁴ N⁴. La vitamine B₃ ayant été caractérisée en outre dans le foie de veau, on peut se demander si elle est identique au facteur antianémique de WHIPPLE ou s'il convient d'envisager l'existence d'une autre vitamine du groupe B *antianémique* ?

§ II. — Modifications des échanges respiratoires observées chez l'homme après ingestion de quelques hexoses additionnés de vitamines B

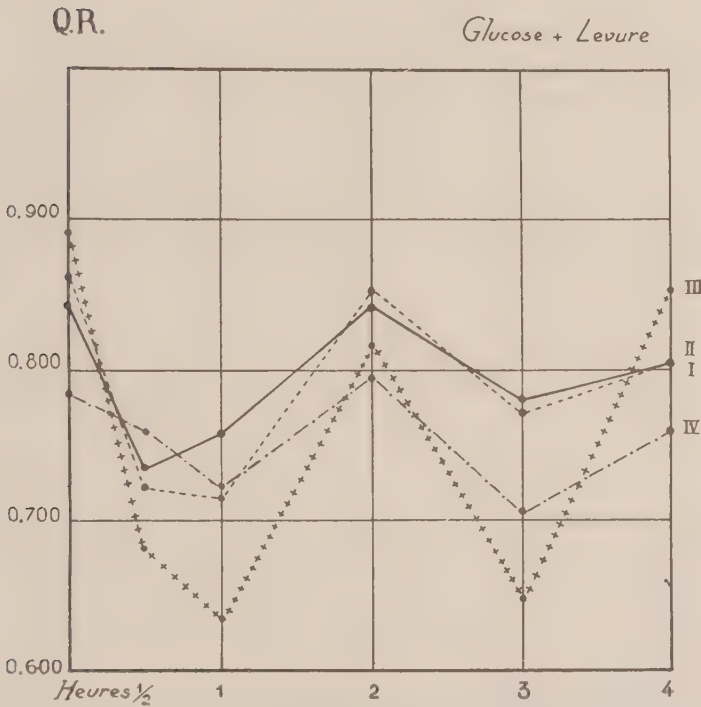
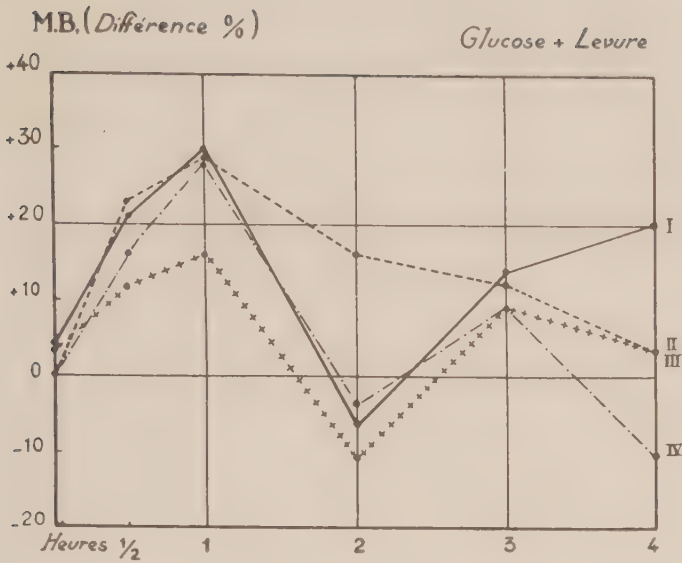
Opérant toujours dans les mêmes conditions, nous avons fait absorber à nos sujets d'expérience 45 gr. des hexoses précédemment utilisés dissous dans 150 gr. d'eau et additionnés de 2 gr. d'une levure de bière desséchée et pulvérisée, préalablement éprouvée par l'essai biologique, en tant que source de vitamines B.

Les résultats obtenus dans ces conditions sont exposés dans les tableaux et graphiques ci-après (Tableaux XIV à XVI et Graphiques XVIII à XXIII) :

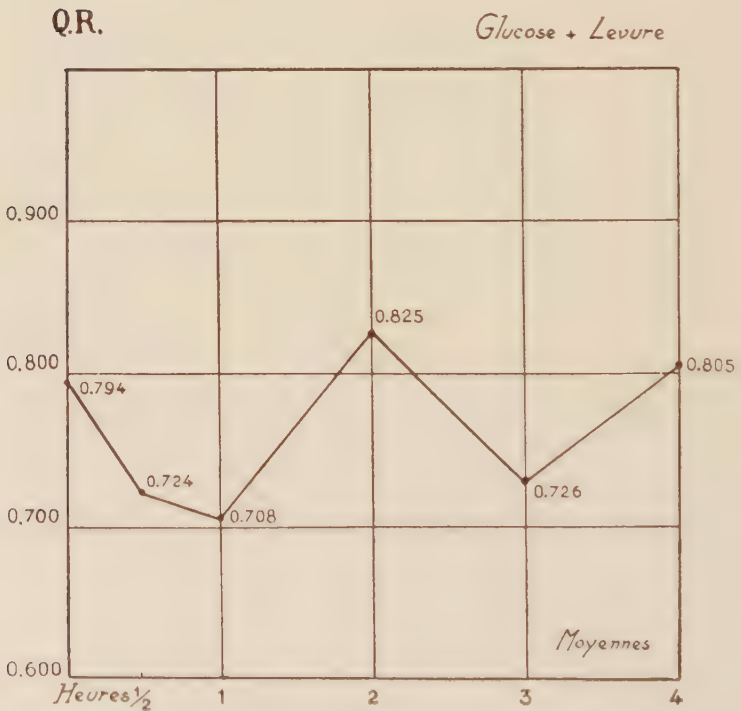
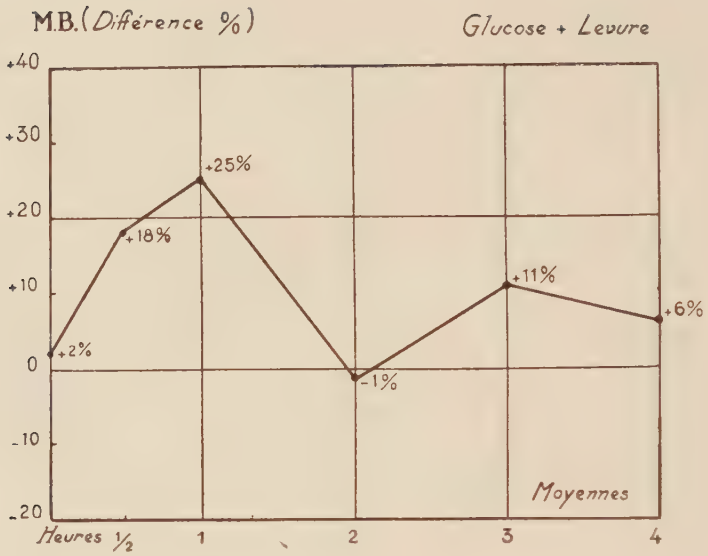
TABLEAU XIV. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de glucose dissous dans 150 gr. d'eau, additionnés de 2 gr. de levure de bière.

Sujet I	Poids : 87 kg.	Taille : 1 m. 80	Surface : 2 mq 05
» II.....	» 60,100	» 1 m. 645	» 1 mq 66
» III.....	» 57,150	» 1 m. 54	» 1 mq 62
» IV.....	» 64 kg.	» 1 m. 64	» 1 mq 73

	Température	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorifique de O ₂	Métabolisme basal	Variations %
Sujet I											
Avant....	23°	750	497	3,36	17,13	3,77	0,89	0,864	4,88	41,13	+ 4 %
1/2 heure après ..	23°	750	456	3,80	16,01	4,89	0,77	0,723	4,70	47,91	+ 21 %
1 h. après	23°	750	491	3,75	16,02	4,88	0,76	0,714	4,69	51,45	+ 30 %
2 h. »	23°	750	457	3,30	17,21	3,69	0,88	0,851	4,86	36,63	— 7 %
3 h. »	23°	750	459	3,77	16,25	4,65	0,81	0,773	4,76	45,32	+ 14 %
4 h. »	23°	750	516	3,69	16,55	4,35	0,84	0,806	4,80	48,23	+ 22 %



GRAPHIQUE XVIII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de glucose et 2 gr. de levure (4 expériences).



GRAPHIQUE XIX. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de glucose et 2 gr. de levure (Moyennes).

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolis- me basal	Variations %
Sujet II											
Avant....	16°	775	344	3,28	17,14	3,76	0,87	0,841	4,85	37,10	0
1/2 heure après ..	16°	775	377	3,30	16,70	4,20	0,78	0,734	4,71	45,52	+ 23 %
1 h. après	16°	775	381	3,53	16,49	4,41	0,80	0,760	4,75	47,92	+ 29 %
2 h. »	17°	775	342	3,86	16,47	4,43	0,87	0,841	4,85	43,22	+ 16 %
3 h. »	18°	775	346	3,50	16,60	4,24	0,82	0,783	4,78	41,74	+ 12 %
4 h. »	19°	775	341	3,37	16,92	3,98	0,84	0,806	4,80	38,47	+ 3 %
Sujet III											
Avant....	18°	760	410	3,09	17,54	3,56	0,91	0,888	4,90	38,18	+ 3 %
1/2 heure après ..	21°	760	370	3,00	16,83	4,07	0,73	0,681	4,67	41,55	+ 12 %
1 h. après	23°	760	381	2,88	16,76	4,14	0,69	0,636	4,61	42,97	+ 16 %
2 h. »	24°	760	342	3,01	17,40	3,50	0,85	0,816	4,81	32,66	— 11 %
3 h. »	24°	760	356	2,95	16,74	4,16	0,70	0,648	4,63	40,38	+ 9 %
4 h. »	24°	760	408	3,06	17,43	3,47	0,88	0,851	4,86	38,39	+ 3 %
Sujet IV											
Avant....	16°	775	375	3,02	17,22	3,68	0,82	0,788	4,78	36,96	0
1/2 heure après ..	16°	775	403	3,16	16,98	3,92	0,80	0,760	4,75	43,54	+ 17 %
1 h. après	16°	775	419	3,20	16,76	4,14	0,77	0,723	4,70	47,68	+ 28 %
2 h. »	17°	775	359	3,00	17,22	3,68	0,83	0,794	4,79	35,38	— 4 %
3 h. »	18°	775	376	3,07	16,84	4,06	0,75	0,703	4,67	41,63	+ 12 %
4 h. »	20°	775	368	2,90	17,28	3,62	0,80	0,760	4,75	32,66	— 11 %

TABLEAU XV. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de galactose dissous dans 150 gr. d'eau, additionnés de 2 gr. de levure de bière.

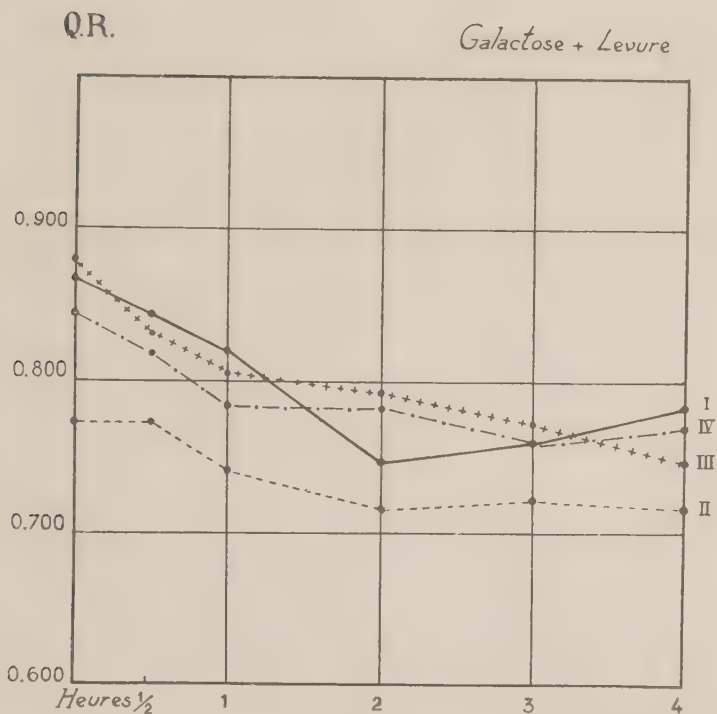
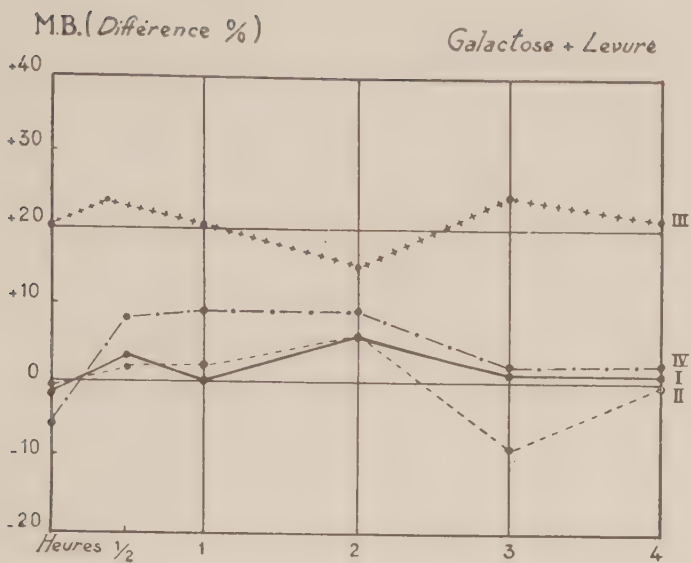
Sujet I	Poids : 87 kg.	Taille : 1 m. 80	Surface : 2 mq 05
» II.....	» : 60,100	» : 1 m. 645	» : 1 mq 66
» III.....	» : 64 kg.	» : 1 m. 64	» : 1 mq 73
» IV.....	» : 82,600	» : 1 m. 64	» : 1 mq 88

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolis- me basal	Variations %
Sujet I											
Avant....	16°	745	467	3,33	17,16	3,74	0,89	0,864	4,88	38,41	— 2 %
1/2 heure après ..	18°	745	491	3,27	17,15	3,75	0,87	0,841	4,85	41,04	+ 3 %
1 h. après	18°	745	487	3,18	17,18	3,72	0,85	0,816	4,81	39,54	0
2 h. »	19°	745	495	3,10	16,93	3,92	0,79	0,747	4,73	41,87	+ 6 %
3 h. »	21°	745	483	3,13	17,02	3,88	0,80	0,760	4,75	40,18	+ 1 %
4 h. »	20°	745	479	3,19	17,03	3,87	0,82	0,783	4,78	40,01	+ 1 %
Sujet II											
Avant....	14°	750	340	3,13	17,07	3,83	0,81	0,773	4,76	36,47	— 1 %
1/2 heure après ..	14°	750	360	3,05	17,17	3,73	0,81	0,773	4,76	37,63	+ 2 %
1 h. après	19°	750	315	3,45	16,51	4,39	0,78	0,734	4,71	37,92	+ 2 %
2 h. »	24°	750	345	3,27	16,61	4,29	0,76	0,714	4,69	39,30	+ 6 %
3 h. »	24°	750	310	3,12	16,85	4,05	0,77	0,723	4,70	33,33	— 9 %
4 h. »	22°	750	323	3,17	16,78	4,12	0,76	0,714	4,69	36,87	0

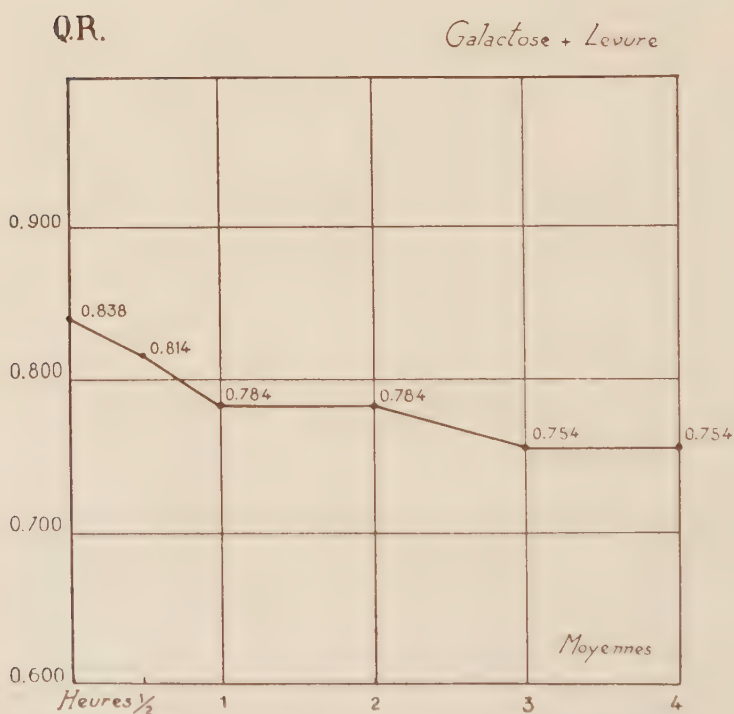
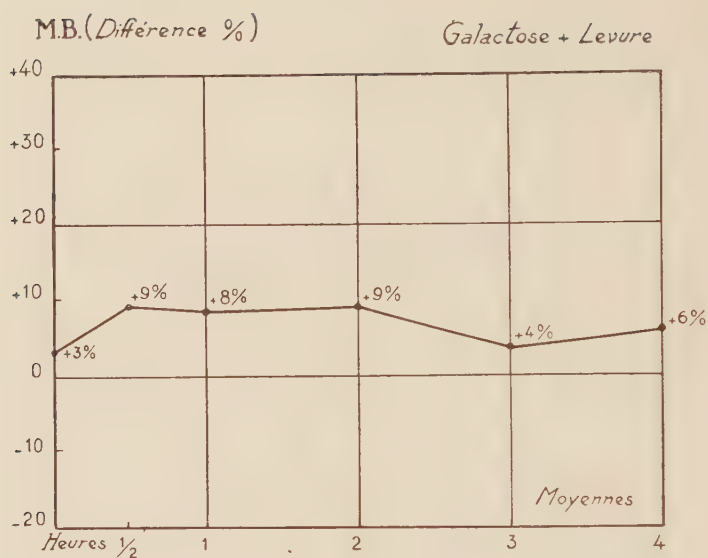
	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ² rejeté cc. %	O ² rejeté cc. %	O ² utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ²	Métabolisme basal	Variations %
Sujet III											
Avant...	18°	765	362	3,09	17,38	3,52	0,87	0,841	4,85	34,51	— 6 %
1/2 heure après ..	18°	765	388	3,28	17,06	3,84	0,85	0,816	4,81	40,13	+ 8 %
1 h. après	19°	765	400	3,11	17,15	3,75	0,82	0,783	4,78	40,42	+ 9 %
2 h. »	19°	765	398	3,12	17,10	3,80	0,82	0,783	4,78	40,35	+ 9 %
3 h. »	20°	765	364	3,13	17,01	3,89	0,80	0,760	4,75	37,72	+ 2 %
4 h. »	20°	765	379	3,08	17,11	3,79	0,81	0,773	4,76	38,08	+ 2 %
Sujet IV											
Avant...	17°	755	461	3,46	17,09	3,81	0,90	0,876	4,89	43,45	+ 20 %
1/2 heure après ..	17°	755	487	3,29	17,12	3,78	0,86	0,828	4,83	45,60	+ 23 %
1 h. après	18°	755	473	3,19	17,14	3,76	0,84	0,806	4,80	43,04	+ 20 %
2 h. »	19°	755	470	3,12	17,17	3,73	0,83	0,794	4,79	42,76	+ 15 %
3 h. »	19°	755	483	3,21	16,94	3,96	0,81	0,773	4,76	46,14	+ 24 %
4 h. »	19°	755	464	3,17	16,90	4,00	0,79	0,747	4,73	45,01	+ 21 %

TABLEAU XVI. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de lévulose dissous dans 150 gr. d'eau, additionnés de 2 gr. de levure de bière.

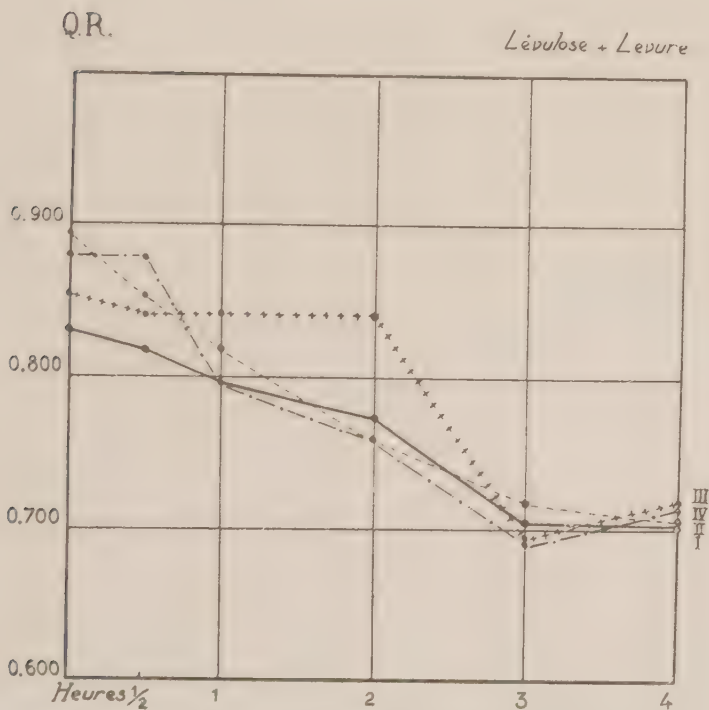
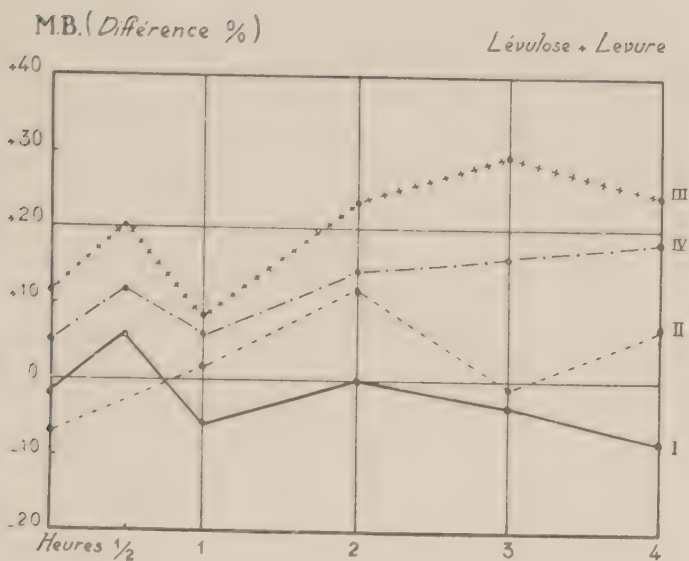
Sujet I	Poids :		87 kg.		Taille :		1 m. 80		Surface :		2 mq 05	
» II.....	» :		60,100		» :		1 m. 645		» :		1 mq 66	
» III.....	» :		57,150		» :		1 m. 54		» :		1 mq 62	
» IV.....	» :		82,600		» :		1 m. 64		» :		1 mq 88	
	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolisme basal	Variations %	
Sujet I												
Avant....	14°	745	424	3,52	16,83	4,07	0,86	0,828	4,83	38,41	—	2 %
1/2 heure après ..	23°	745	466	3,62	16,65	4,25	0,85	0,816	4,81	42,01	+	6 %
1 h. après	24°	745	435	3,35	16,88	4,02	0,83	0,794	4,79	36,95	—	6 %
2 h. »	24°	745	465	3,19	16,99	3,91	0,81	0,773	4,76	39,29		0
3 h. »	24°	745	437	3,13	16,74	4,16	0,75	0,703	4,68	38,28	—	3 %
4 h. »	24°	745	414	3,13	16,78	4,12	0,75	0,703	4,68	36,26	—	8 %
Sujet II												
Avant....	21°	750	351	3,30	17,29	3,61	0,91	0,888	4,90	34,92	—	7 %
1/2 heure après ..	23°	750	360	3,27	17,22	3,68	0,88	0,851	4,86	35,83	—	3 %
1 h. après	24°	750	377	3,21	17,15	3,75	0,85	0,816	4,81	37,83		0
2 h. »	22°	750	380	3,27	16,85	4,05	0,80	0,760	4,75	41,59	+	12 %
3 h. »	23°	750	315	3,30	16,46	4,44	0,76	0,714	4,69	36,39	—	1 %
4 h. »	24°	750	333	3,38	16,44	4,48	0,75	0,703	4,68	39,73	+	7 %
Sujet III												
Avant....	14°	745	424	3,05	17,47	3,43	0,88	0,851	4,86	41,83	+	12 %
1/2 heure après ..	14°	745	462	2,99	17,47	3,43	0,87	0,841	4,85	45,13	+	20 %
1 h. après	14°	745	424	2,90	17,49	3,41	0,87	0,841	4,85	40,17	+	8 %
2 h. »	16°	745	369	3,32	17,08	3,82	0,87	0,841	4,85	45,51	+	23 %
3 h. »	23°	745	326	3,00	16,87	4,03	0,74	0,692	4,67	48,09	+	29 %
4 h. »	24°	745	340	3,13	16,80	4,10	0,76	0,714	4,69	45,95	+	24 %



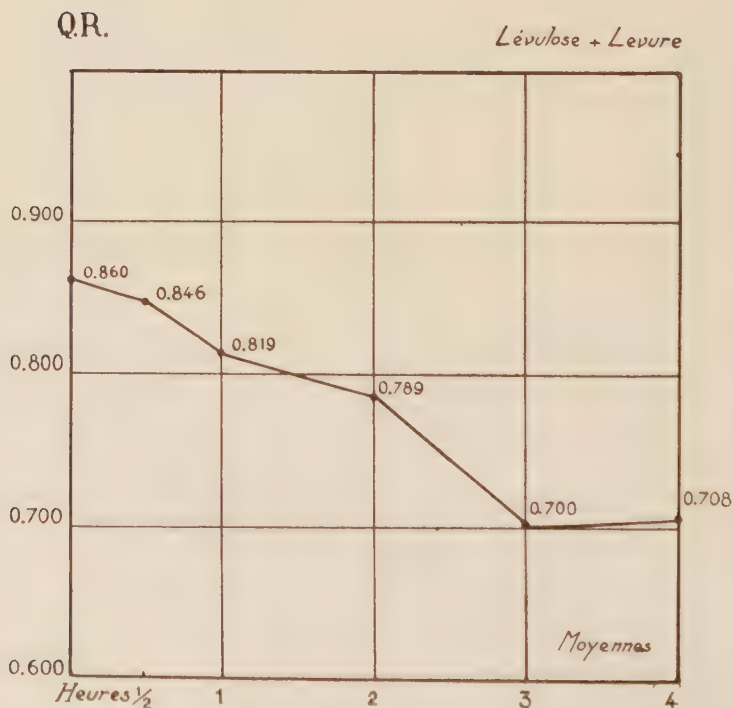
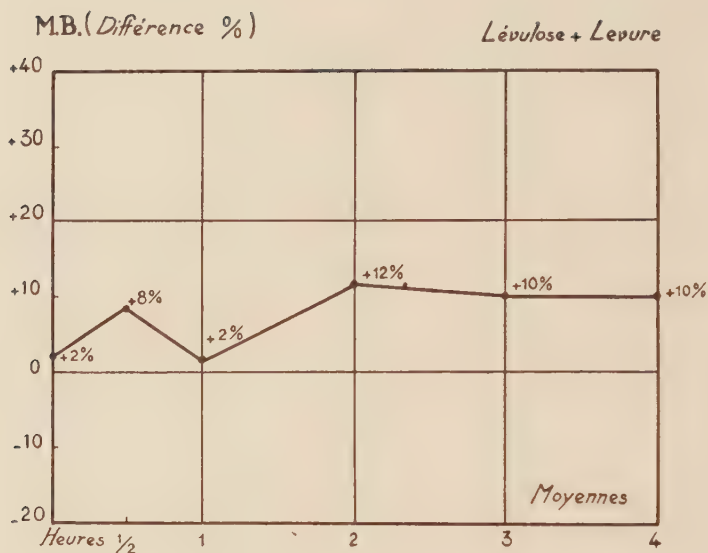
GRAPHIQUE XX. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de galactose et 2 gr. de levure (4 expériences).



GRAPHIQUE XXI. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de galactose et de 2 gr. de levure (Moyennes).



GRAPHIQUE XXII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de lévulose et de 2 gr. de levure (4 expériences),



GRAPHIQUE XXIII. — Variations des échanges respiratoires, chez l'homme, après ingestion de 45 gr. de lévulose et de 2 gr. de levure (Moyennes),

	Tempé- rature	Pression en mm. de Hg.	Débit en lit.-heure	CO ₂ rejeté cc. %	O ₂ rejeté cc. %	O ₂ utilisé cc. %	Q. R. apparent	Q. R. réel	Valeur calorique de O ₂	Métabolis- me basal	Variations %
Sujet IV											
Avant . . .	18°	750	456	3,18	17,39	3,51	0,90	0,876	4,89	39,05	+ 5 %
1/2 heure											
après . .	20°	750	451	3,46	17,06	3,84	0,90	0,876	4,89	41,62	+ 12 %
1 h. après	22°	750	444	3,10	17,13	3,77	0,83	0,794	4,79	39,31	+ 6 %
2 h. »	23°	750	425	3,40	16,67	4,23	0,80	0,760	4,75	42,50	+ 14 %
3 h. »	24°	750	420	3,26	16,53	4,37	0,74	0,692	4,67	43,26	+ 16 %
4 h. »	23°	750	448	3,16	16,75	4,15	0,76	0,714	4,69	43,77	+ 18 %

Une rapide vue d'ensemble nous montre que l'addition de vitamines B aux hexoses essayés a une influence considérable dans le cas du glucose et du galactose mais reste pratiquement sans effet dans le cas du lévulose.

L'ingestion de glucose est toujours suivie d'une élévation rapide du métabolisme basal dans la première heure mais, en présence de levure de bière, un effondrement brusque de ce métabolisme se manifeste dans la deuxième heure, cette chute étant suivie d'une reprise ultérieure mais atténuée. Parallèlement, on note une curieuse élévation du quotient respiratoire au cours de la deuxième heure qui paraît en faveur d'un meilleur rendement des combustions ou d'une augmentation du taux des glucides comburés par rapport aux autres éléments organiques du sang.

L'ingestion de galactose accompagnée de levure de bière n'entraîne qu'une faible élévation du métabolisme de base et une chute étagée du quotient respiratoire très comparables à celles qui s'observent avec l'ingestion de lévulose sans levure.

L'explication éventuelle de ces phénomènes ne pourrait être donnée qu'en pénétrant plus intimement la composition des tissus et leur imprégnation par les divers produits de la désintégration des glucides.

TROISIÈME PARTIE

**Variations du quotient respiratoire
et du métabolisme de base chez le pigeon
sous l'influence de divers hexoses
en présence et en l'absence de vitamines B**

CHAPITRE PREMIER

**Influence de quelques hexoses sur le quotient respiratoire
et le métabolisme de base chez le pigeon**

Dans une première série de recherches, nous nous sommes adressés à trois pigeons différents, de 350 gr. environ et 395 cm² de surface, auxquels nous avons fait ingérer à jeun et par gavage 20 gr. de chacun des hexoses étudiés précédemment (glucose, galactose, lévulose). La détermination du métabolisme de base étant faite avant, deux heures et quatre heures après l'ingestion, ces deux dernières toutefois chevauchant une demi-heure avant et une demi-heure après, puisque l'opération bien conduite sur le pigeon nécessite un traitement d'une heure.

Les résultats ainsi obtenus sont groupés dans les tableaux et graphiques ci-après (Tableaux XVII à XIX et Graphiques XXIV à XXVII) :

**TABLEAU XVII. — Variations des échanges respiratoires après
ingestion de 20 gr. d'hexoses par gavage (Pigeon n° 3978).**

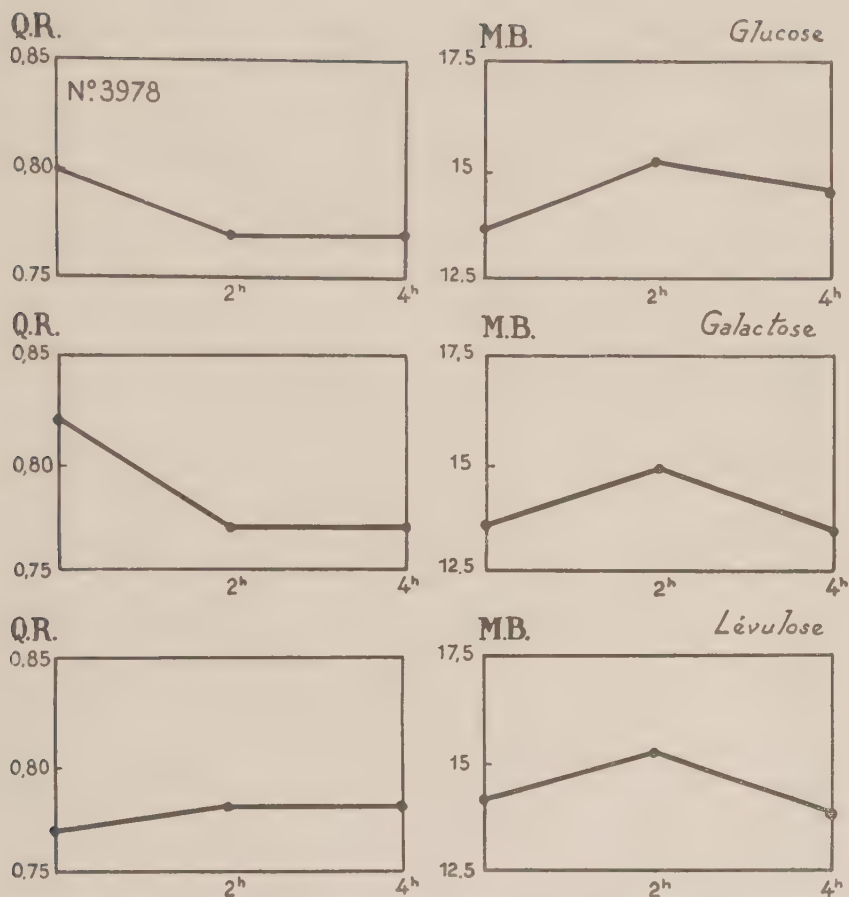
	Avant	2 heures après	4 heures après
<i>Glucose</i>			
O ² consommé par kgr. et par heure	1,111	1,254	1,192
CO ² exhalé par kgr. et par heure	0,897	0,976	0,926
Quotient respiratoire	0,800	0,770	0,770
Valeur calorique de CO ²	6,001	6,187	6,187
Métabolisme basal	13,620	15,280	14,500
<i>Galactose</i>			
O ² consommé par kgr. et par heure	1,111	1,233	1,149
CO ² exhalé par kgr. et par heure..	0,912	0,953	0,877
Quotient respiratoire	0,820	0,770	0,770
Valeur calorique de CO ²	5,884	6,187	6,187
Métabolisme basal	13,580	14,920	13,480
<i>Lévulose</i>			
O ² consommé par kgr. et par heure	1,184	1,257	1,140
CO ² exhalé par kgr. et par heure..	0,909	0,982	0,894
Quotient respiratoire	0,770	0,780	0,780
Valeur calorique de CO ²	6,187	6,123	6,123
Métabolisme basal	14,230	15,220	13,850

TABLEAU XVIII. — Variations des échanges respiratoires après ingestion de 20 gr. d'hexoses par gavage (Pigeon n° 3979).

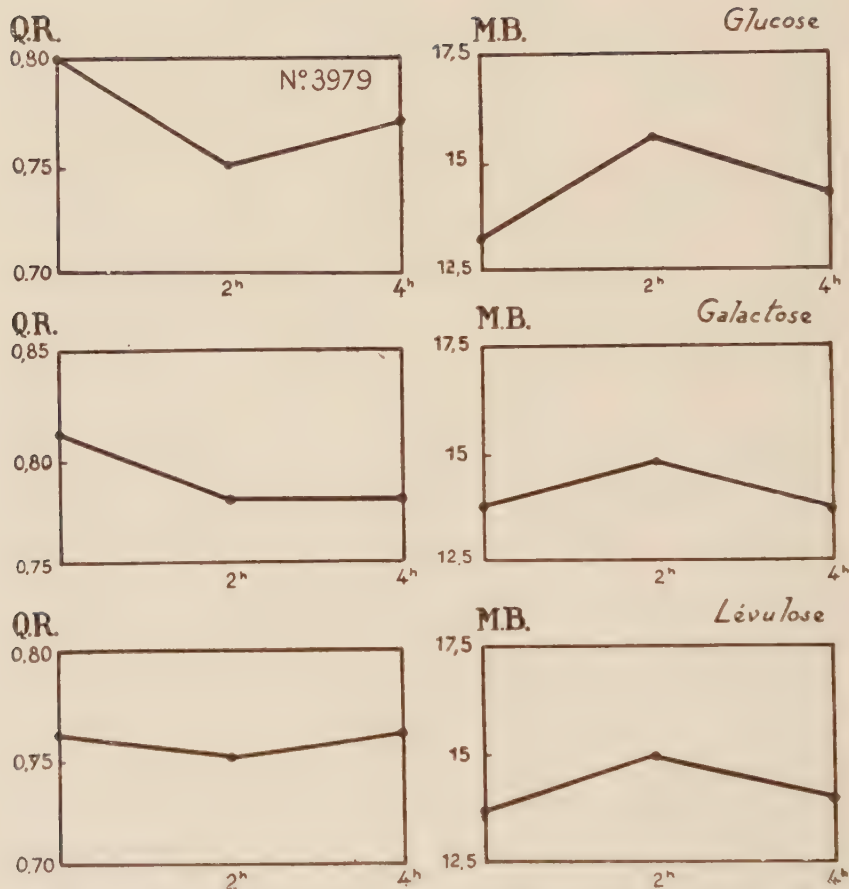
	Avant	2 heures après	4 heures après
<i>Glucose</i>			
O ² consommé par kgr. et par heure	1,095	1,293	1,178
CO ² exhalé par kgr. et par heure..	0,876	0,971	0,908
Quotient respiratoire	0,800	0,750	0,770
Valeur calorique de CO ²	6,001	6,319	6,187
Métabolisme basal	13,300	15,530	14,220
<i>Galactose</i>			
O ² consommé par kgr. et par heure	1,123	1,210	1,123
CO ² exhalé par kgr. et par heure..	0,913	0,953	0,878
Quotient respiratoire	0,810	0,780	0,780
Valeur calorique de CO ²	5,942	6,123	6,123
Métabolisme basal	13,740	14,770	13,600
<i>Lévulose</i>			
O ² consommé par kgr. et par heure	1,123	1,211	1,152
CO ² exhalé par kgr. et par heure..	0,861	0,933	0,884
Quotient respiratoire	0,760	0,750	0,760
Valeur calorique de CO ²	6,253	6,319	6,253
Métabolisme basal	13,620	14,920	13,930

TABLEAU XIX. — Variations des échanges respiratoires après ingestion de 20 gr. d'hexoses par gavage (Pigeon n° 3980).

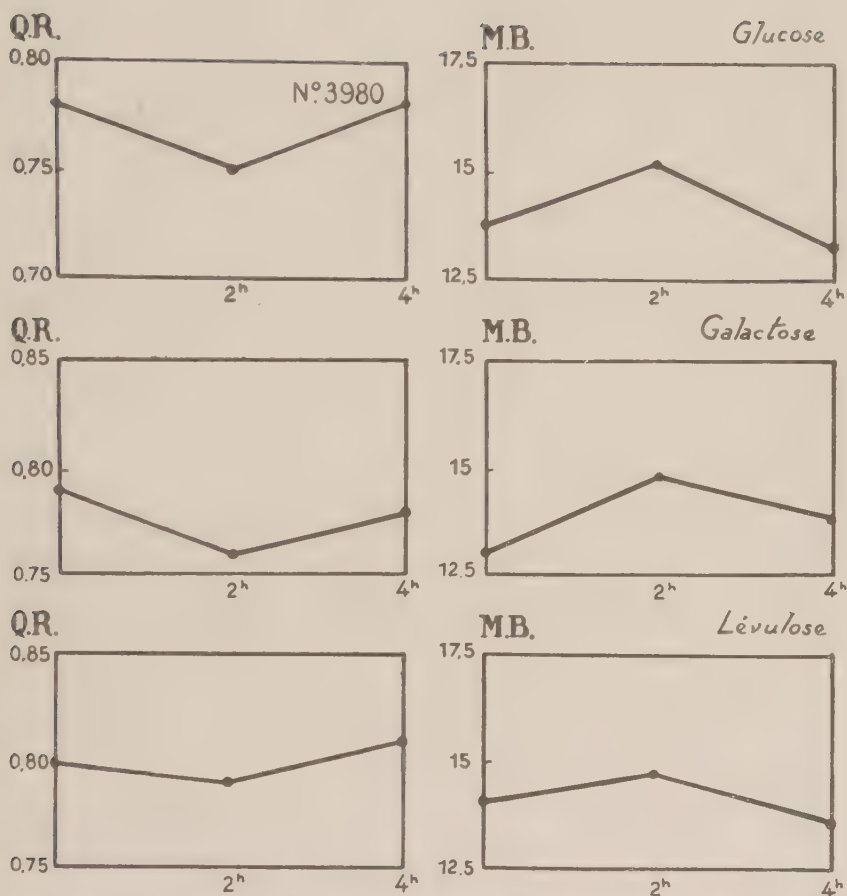
	Avant	2 heures après	4 heures après
<i>Glucose</i>			
O ² consommé par kgr. et par heure	1,109	1,256	1,092
CO ² exhalé par kgr. et par heure..	0,870	0,949	0,861
Quotient respiratoire	0,780	0,750	0,780
Valeur calorique de CO ²	6,123	6,319	6,123
Métabolisme basal	13,780	15,170	13,360
<i>Galactose</i>			
O ² consommé par kgr. et par heure	1,077	1,211	1,126
CO ² exhalé par gr. et par heure..	0,851	0,921	0,887
Quotient respiratoire	0,790	0,760	0,780
Valeur calorique de CO ²	6,062	6,253	6,123
Métabolisme basal	13,050	14,830	13,720
<i>Lévulose</i>			
O ² consommé par kgr. et par heure..	1,154	1,211	1,097
CO ² exhalé par kgr. et par heure..	0,925	0,957	0,892
Quotient respiratoire	0,801	0,790	0,810
Valeur calorique de CO ²	6,801	6,062	5,942
Métabolisme basal	14,050	14,680	13,540



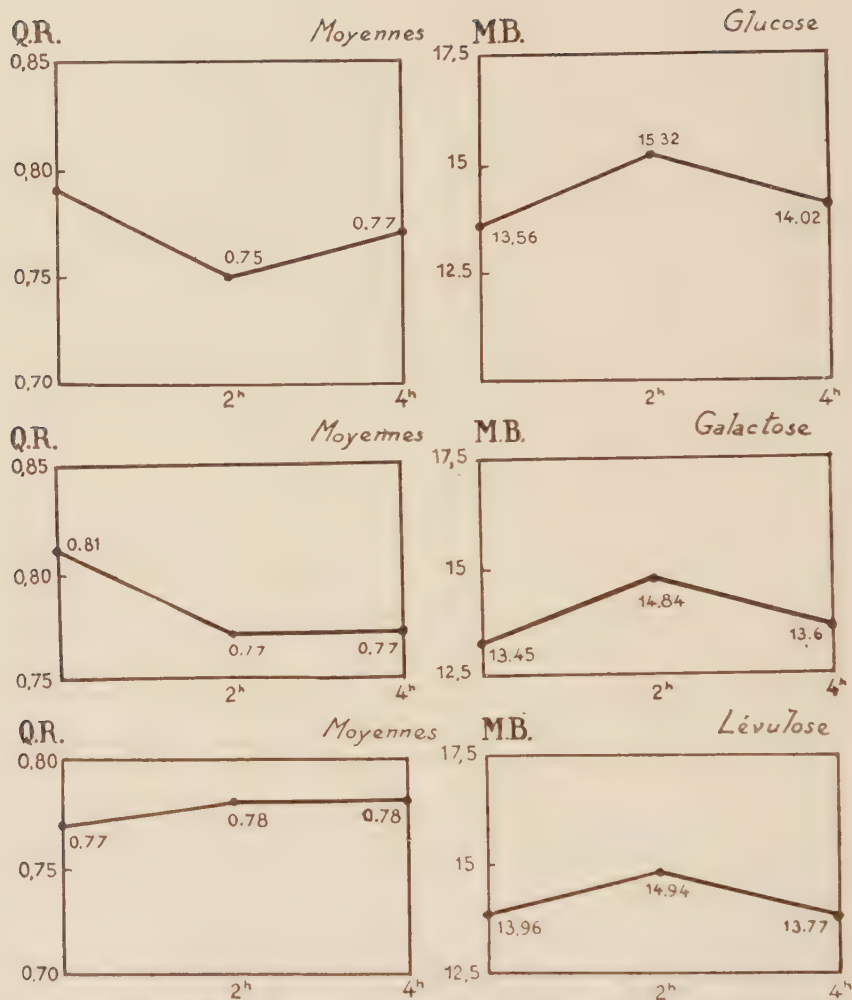
GRAPHIQUE XXIV. — Variations des échanges respiratoires observées après ingestion de 20 gr. de glucose, de galactose et de lévulose, chez le pigeon 3978.



GRAPHIQUE XXV. — Variations des échanges respiratoires observées après ingestion de 20 gr. de glucose, de galactose et de lévulose, chez le pigeon 3979.



GRAPHIQUE XXVI. - Variations des échanges respiratoires observées après ingestion de 20 gr. de glucose, de galactose et de lévulose, chez le pigeon 3980.



GRAPHIQUE XXVII. — Variations des échanges respiratoires observées chez le pigeon, après ingestion de 20 gr. de glucose, de galactose et de lévulose (Moyennes).

Comme on peut s'en rendre compte, il fut noté, dans tous les cas, une augmentation légère du métabolisme de base variant entre 10 et 16 % pour le glucose, 7 et 12 % pour le galactose, 4 et 9 % pour le lévulose. On retrouve ici très sensiblement les différences comparatives notées chez l'homme. Parallèlement et dans presque tous les cas, une chute légère du quotient respiratoire fut observée.

Les résultats précédents, obtenus chez le pigeon, n'ajoutant rien à ce que nous avons observé chez l'homme, nous ont conduit à penser qu'il serait plus intéressant de mettre en œuvre des expériences de longues durées à l'aide de régimes appropriés où les caractères des différents sucres se trouveraient mis en évidence de façon plus nette.

CHAPITRE II

Influence de l'avitaminose B totale sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal chez le pigeon

Les connaissances actuelles du problème de l'alimentation ont permis de réaliser pour les différents animaux de laboratoire des régimes synthétiques composés d'aliments purifiés permettant d'assurer chez les sujets auxquels ils sont donnés, une bonne santé et une survie pratiquement indéfinie. Ces régimes renferment théoriquement toutes les substances indispensables à la nutrition dans des proportions adéquates. Ils sont équilibrés. La soustraction d'un des éléments de cette ration suffit à créer une *carence* qui se manifeste par des troubles pathologiques divers.

Lorsque cette carence est due à l'absence d'une vitamine ou d'un groupe de vitamines (vitamines B, par exemple), on lui donne le nom d'*avitaminose*. L'avitaminose B totale sera très simplement réalisée en éliminant de la ration complète du pigeon les vitamines B qui y entrent habituellement sous la forme de levure de bière pulvérisée.

Nous avons déjà rappelé dans un chapitre précédent quels sont les constituants du groupe des vitamines B et quelles sont les manifestations de l'avitaminose B totale. Les plus caractéristiques sont les crises de polynévrite aiguë qui s'accompagnent, au moins dans la dernière partie de son évolution, d'une chute de poids et de température.

L'influence de l'avitaminose B sur les échanges respiratoires a été diversement appréciée par les expérimentateurs qui se sont occupés de cette question. RAMOINO, en particulier, a observé chez le pigeon nourri au riz poli (régime naturel carencé en vitamines B) un abaissement progressif de la valeur du quotient respiratoire. ABDERHALDEN a, de même, constaté une réduction de ce quotient qui était rapidement amendée par l'adjonction de levure dans l'alimentation. ANDERSON et KULP ont plus particulièrement souligné la faible valeur du quotient respiratoire au moment de l'éclosion des accidents provoqués par l'avitaminose B chez la poule. Ils en attribuèrent la cause aux troubles digestifs qui en résultent et à l'arrêt de la digestion. JANSEN et MANGKOEWINOTO n'ont obtenu, par contre, que des résultats inconstants.

Plus minutieuses, les expériences de CARIDROIT et de MAGNE et SIMONNET, effectuées sur des pigeons soumis à une ration

synthétique carencée en vitamines B, ont confirmé l'abaissement du quotient respiratoire, lequel aurait pour cause une digestion perturbée, un défaut d'absorption digestive et un trouble tissulaire de la combustion des hydrates de carbone.

MATTILL, étudiant les variations du métabolisme des rats soumis à l'avitaminose B après ingestion de glucose et de sucre de canne par rapport à des sujets normaux, constate une élévation moins rapide du quotient respiratoire.

NICHITA et ses collaborateurs ont, d'autre part, étudié l'influence de l'avitaminose B sur le métabolisme de base des poules. Ils montrent une chute nette des échanges respiratoires dans la période pré-agonique.

Il semblait intéressant de reprendre systématiquement ces études chez le pigeon, animal particulièrement sensible à l'avitaminose B, en déterminant quotidiennement à la fois le quotient respiratoire et le métabolisme de base, afin de suivre étroitement toutes les variations.

§ I. — *Etude des échanges respiratoires chez le pigeon
sous l'influence d'un régime à 66 % de glucose
privé de vitamines B*

La détermination a porté sur 3 pigeons recevant le régime ci-après privé de vitamines B, variante de la formule initiale de Mme RANDOIN et SIMONNET :

Caséine purifiée	6
Fibrine purifiée	5
Albumine purifiée	5
Graisse de beurre.....	4
Glucose pur	66
Mélange salin d'Osborne et Mendel.....	4
Papier filtre	2

A raison de 20 gr. par jour, ce mélange donné par gavage aux pigeons adultes, fournit une ration énergétiquement satisfaisante, mais comme elle est dépourvue de vitamines B, les animaux qui la reçoivent meurent dans un délai de 13 à 21 jours en présentant des crises polynévritiques typiques.

La détermination des échanges respiratoire et du métabolisme a été effectuée, comme il a été précisé dans la première partie, quotidiennement, sur l'animal à jeun depuis la veille, de l'eau étant cependant fournie à discrétion et à demeure dans la cage. Le gavage était effectué chaque jour, dès que les déterminations étaient terminées.

Les résultats obtenus se trouvent groupés dans les tableaux et graphiques ci-après (Tableaux XX à XXII et Graphiques XXVIII à XXX) :

TABLEAU XX. — Variations des échanges respiratoires chez un pigeon recevant quotidiennement 20 gr. d'un régime à 66 % de glucose, sans addition de levure (Pigeon n° 3414 - Surface : 402 cmq).

Durée	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant . .	370	41°6	0,851	1,094	0,770	6,187	13,18
1 ^{er} jour	350	41°8	0,962	1,208	0,790	6,062	14,64
2° »	357	41°8	0,882	1,154	0,760	6,253	13,80
3° »	360	41°7	0,844	1,166	0,720	6,531	13,78
4° »	347	41°7	0,907	1,227	0,730	6,458	14,72
5° »	358	41°7	0,879	1,173	0,750	6,319	13,95
6° »	342	41°5	0,950	1,219	0,750	6,319	14,92
7° »	343	41°3	0,886	1,233	0,720	6,531	15,56
8° »	344	41°5	0,915	1,150	0,730	6,458	14,88
9° »	330	41°4	0,921	1,272	0,720	6,531	15,23
10° »	329	41°3	0,957	1,255	0,760	6,253	15,19
11° »	332	41°4	0,948	1,319	0,720	6,531	15,67
12° »	322	41°2	0,953	1,326	0,710	6,606	16,17
13° »	305	41°6	1,032	1,400	0,730	6,458	16,21
14° »	307	41°4	1,000	1,426	0,700	6,694	17,25
15° »	311	41°5	0,977	1,350	0,720	6,531	16,38
16° »	295	41°2	1,040	1,505	0,690	6,786	18,39
17° »	300	41°3	1,000	1,466	0,680	6,816	17,68
18° »	315	41°3	0,974	1,365	0,710	6,606	16,47
19° »	299	41°2	1,017	1,413	0,710	6,606	16,81
20° »	312	40°8	0,961	1,410	0,690	6,786	16,81
21° »	304	40°4	0,726	1,404	0,690	6,786	16,91

TABLEAU XXI. — Variations des échanges respiratoires, chez un pigeon recevant quotidiennement 20 gr. d'un régime à 66 % de glucose, sans addition de levure (Pigeon n° 3655 - Surface : 375 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant . .	280	41°9	1,178	1,543	0,760	6,253	18,08
1 ^{er} jour	295	41°6	1,117	1,427	0,780	6,123	17,72
2° »	299	41°9	1,103	1,414	0,770	6,187	17,90
3° »	304	41°6	1,036	1,322	0,780	6,123	16,59
4° »	310	41°6	1,087	1,396	0,770	6,187	17,54
5° »	315	41°7	1,000	1,409	0,720	6,531	17,19
6° »	310	41°8	1,016	1,400	0,720	6,531	17,35
7° »	308	41°8	1,094	1,337	0,790	6,062	17,21
8° »	300	41°5	1,013	1,373	0,730	6,458	16,99
9° »	302	41°7	1,043	1,463	0,710	6,606	18,08
10° »	290	41°4	1,044	1,458	0,710	6,606	18,08
11° »	293	41°6	1,034	1,477	0,700	6,694	18,14
12° »	280	41°5	1,085	1,510	0,710	6,606	18,77
13° »	277	41°6	1,137	1,563	0,720	6,531	20,39
14° »	271	41°4	1,243	1,638	0,750	6,319	20,35
15° »	277	41°1	1,137	1,642	0,700	6,694	19,36
16° »	272	40°7	1,117	1,672	0,690	6,786	19,62
17° »	271	40°4	1,121	1,638	0,680	6,816	19,72
18° »	270	39°9	1,166	1,685	0,690	6,786	19,64
19° »	265	39°7	1,158	1,758	0,660	7,021	20,10

TABLEAU XXII. — Variations des échanges respiratoires chez un pigeon recevant quotidiennement 20 gr. d'un régime à 66 % de glucose, sans addition de levure (Pigeon n° 3657 - Surface : 380 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant ..	338	41°6	1,026	1,366	0,750	6,319	13,56
1 ^{er} jour	334	41°7	0,919	1,257	0,750	6,319	13,78
2° »	344	41°8	0,907	1,206	0,730	6,458	13,54
3° »	248	41°7	0,968	1,238	0,750	6,319	14,25
4° »	350	41°7	0,868	1,231	0,770	6,187	13,41
5° »	358	41°6	0,879	1,181	0,710	6,606	13,60
6° »	352	41°5	0,894	1,210	0,740	6,388	13,43
7° »	363	41°5	0,845	1,143	0,730	6,458	13,27
8° »	353	41°6	0,935	1,220	0,740	6,388	14,65
9° »	357	41°6	0,859	1,121	0,760	6,253	13,88
10° »	353	41°5	0,861	1,186	0,750	6,319	13,41
11° »	350	41°6	0,900	1,254	0,720	6,531	13,74
12° »	358	41°6	0,849	1,270	0,710	6,606	14,53
13° »	348	41°7	0,905	1,310	0,710	6,606	14,71
14° »	343	41°2	0,895	1,297	0,690	6,786	15,48
15° »	323	40°7	0,887	1,302	0,680	6,816	15,97
16° »	317	40°1	coma	coma	coma	coma	coma

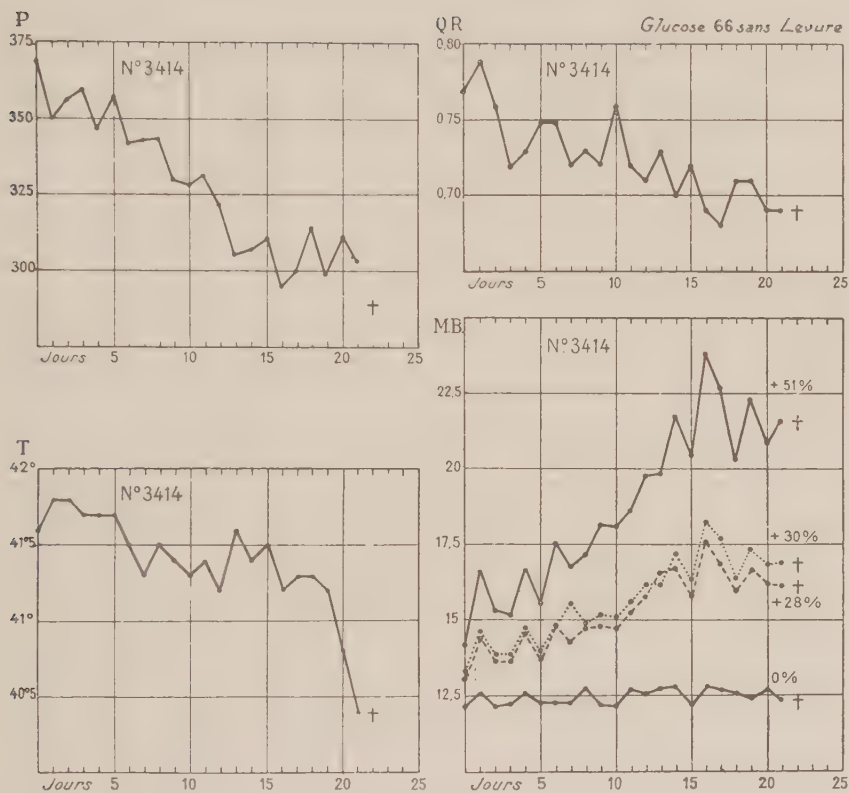
L'amplitude des variations notée dans les tableaux et graphiques précédents se trouve résumée dans les tableaux synoptiques ci-après :

Régime à 66 % de glucose sans levure	Surface Survie (jours)	en cmq	Poids en gr. début	fin	Varia- tions %
Pigeon n° 3414	21	402	370	304	— 17
Pigeon n° 3655	19	375	310	265	— 14
Pigeon n° 3557	16	380	338	317	— 6

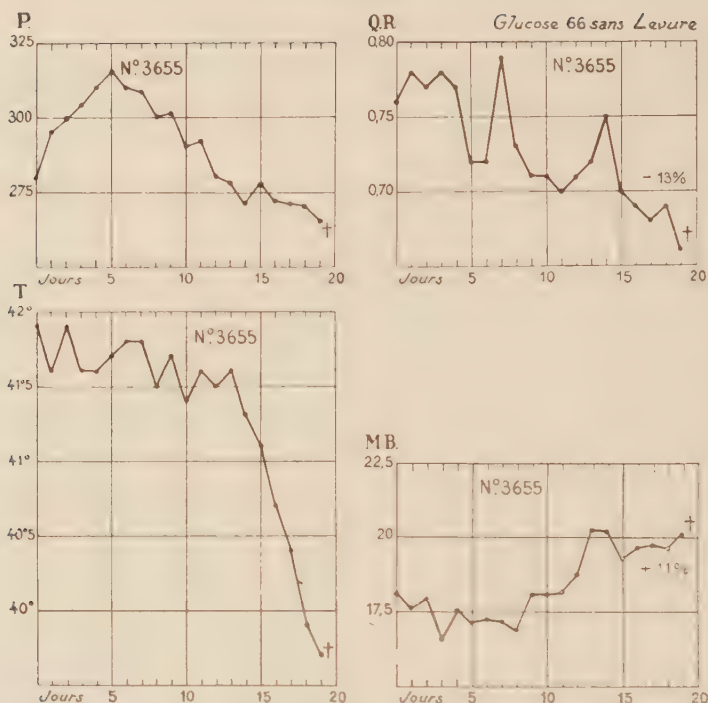
	Quotient début	respiratoire fin	Varia- tions %	Métabolisme basal début	fin	Varia- tions %
Pigeon n° 3414	0,77	0,69	— 10	13,18	16,91	+ 28
Pigeon n° 3655	0,76	0,66	— 13	18,08	20,10	+ 11
Pigeon n° 3657	0,75	0,68	— 9	13,56	15,67	+ 16

Ainsi que nous l'avons exposé dans la première partie, le métabolisme de base peut être rapporté au poids ou à la surface. Nous avons préféré tenir compte à la fois de l'un et l'autre facteur. Nous ne reviendrons pas sur les raisons que nous avons fournies.

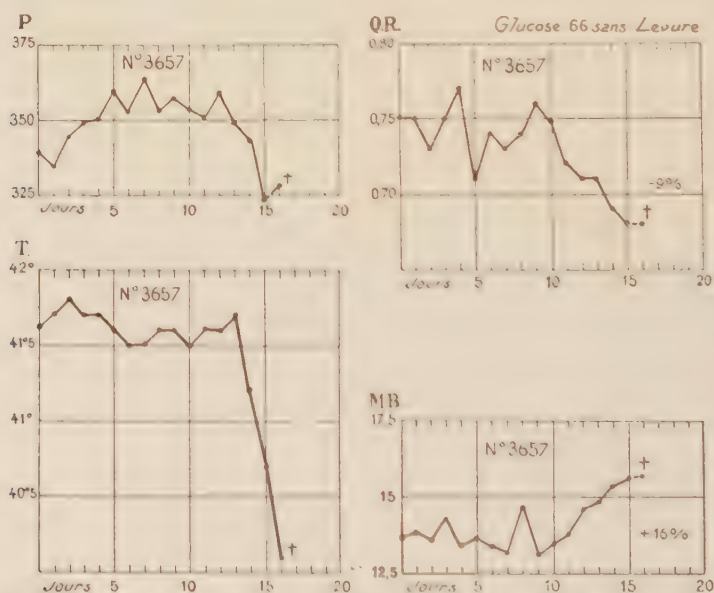
Dans un cas particulier (pigeon n° 3414), nous avons donné à titre de comparaison la valeur des trois métabolismes. Les variations sont pratiquement nulles dans le métabolisme de base rapporté à la surface (trait plein inférieur). Elles se trouvent au contraire d'une grande amplitude (+51 %) dans le métabolisme de base rapporté au poids (trait plein supérieur). La courbe en traits discontinus correspond à la détermination du métabolisme de base tenant compte à la fois du poids et de la surface de l'animal. L'augmentation atteint alors 28 % (Voir le graphique XXVIII).



GRAPHIQUE XXVIII. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant quotidiennement 20 gr. d'un régime à 66 % de glucose. Le métabolisme de base a été déterminé par rapport à la surface (trait plein inférieur), par rapport au poids (trait plein supérieur), le pointillé correspondant à la moyenne de ces deux résultats. Le métabolisme de base calculé par rapport au poids et à la surface est donné en traits discontinus.



GRAPHIQUE XXIX. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime carencé en vitamines B (régime à 66 % de glucose, sans levure).



GRAPHIQUE XXX. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime carencé en vitamines B (régime à 66 % de glucose, sans levure).

Il y a lieu de noter, ce qui ne peut surprendre, que cette courbe est presque exactement superposable à la courbe obtenue en faisant la moyenne des métabolismes ramenés séparément au poids et à la surface. L'augmentation traduite par cette moyenne serait, en effet, de 30 %.

On voit combien il est important de préciser dans quelles conditions le métabolisme de base est calculé, les résultats pouvant varier grandement avec celles-ci.

Alors que nos résultats confirment les observations des anciens auteurs quant à la chute du quotient respiratoire, nous constatons au contraire que le métabolisme de base, à l'inverse de ce qui fut observé chez les poules, s'exagère.

§ II. — *Etude des échanges respiratoires chez le pigeon sous l'influence d'un régime équilibré à 66 % de glucose comportant des doses de levure variées*

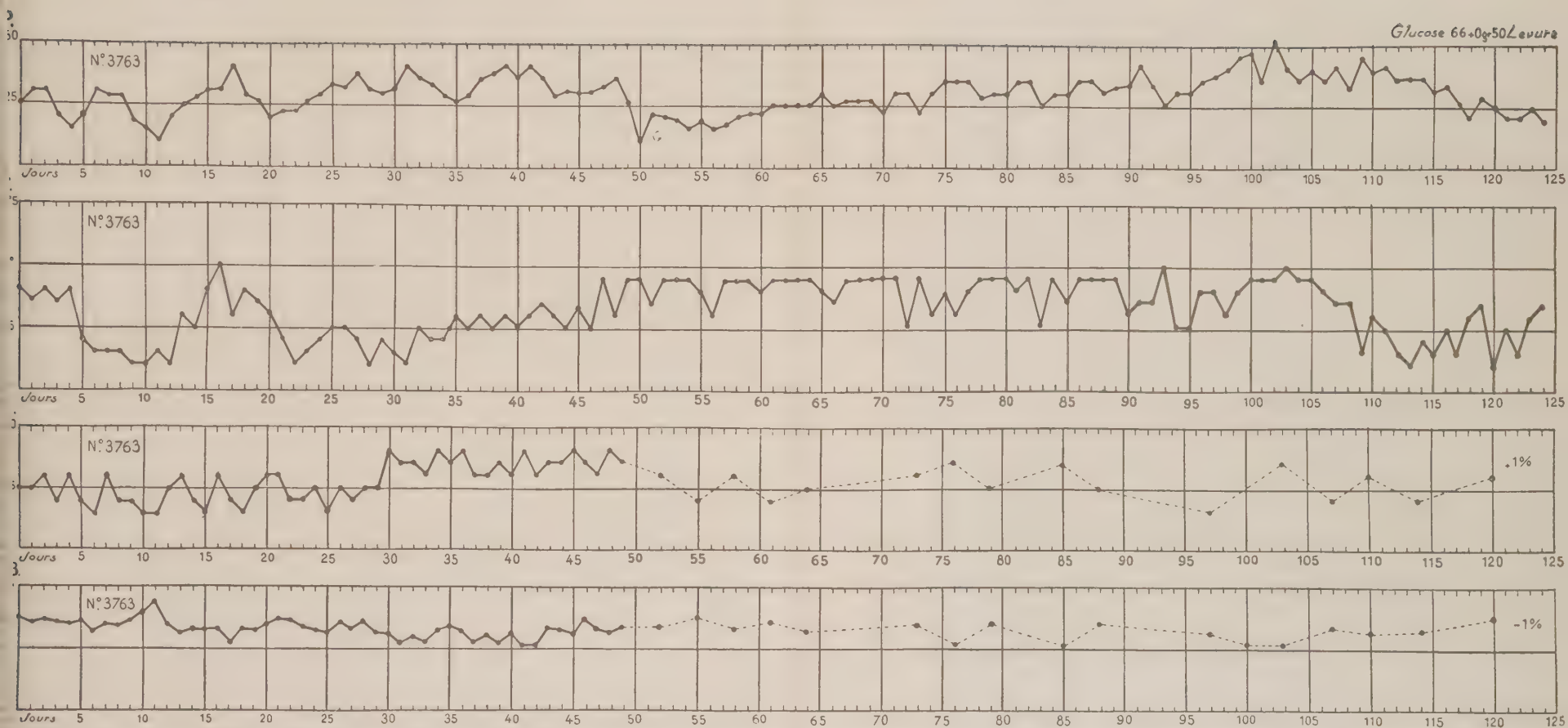
Le régime avitaminé précédemment décrit peut être complété par une addition opportune de levure de bière. Dans le cas particulier, une dose quotidienne de 0 gr. 50 se montre suffisante. Cependant, parallèlement aux expériences précédentes et à titre de comparaison, nous avons effectué les mêmes recherches sur des pigeons témoins recevant des doses échelonnées de levure de bière desséchée (0 gr. 50, 1 gr., 2 gr., 4 gr.).

La survie des animaux ainsi traités dépasse 6 mois et peut être considérée pratiquement comme indéfinie. Dans le cas du pigeon n° 3763, recevant 50 cgr. de levure, les déterminations ont été effectuées pendant 50 jours consécutifs, puis de temps à autre, jusqu'à concurrence de 120 jours. Les pigeons n°s 3764, 3762 et 3260, recevant des additions de 1 gr., 2 gr. et 4 gr. de levure, ont été suivis pendant les 20 premiers jours, puis pendant les 10 derniers jours d'une période qui s'est prolongée 9 mois. C'est ce que montrent les tableaux et graphiques ci-après (Tableaux XXIII à XXVI et Graphiques XXXI à XXXIV) :

TABLEAU XXIII. — **Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 66 % de glucose, additionnés de 0 gr. 50 de levure (Pigeon n° 3763 - Surface : 380 cmq).**

	Poids	Températ centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant ...	325	41°8	0,972	1,293	0,750	6,319	16,36
1 ^{er} jour	330	41°7	0,961	1,277	0,750	6,319	16,18
2 ^e »	330	41°8	0,980	1,290	0,760	6,253	16,33
3 ^e »	320	41°7	0,950	1,281	0,740	6,388	16,18
4 ^e »	315	41°8	0,965	1,269	0,760	6,253	16,08
5 ^e »	320	41°4	0,959	1,284	0,740	6,388	16,20
6 ^e »	330	41°3	0,921	1,257	0,730	6,458	15,83

		Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorifique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
7°	»	327	41°3	0,963	1,256	0,760	6,253	16,05
8°	»	327	41°3	0,940	1,256	0,740	6,388	16,01
9°	»	318	41°2	0,955	1,292	0,740	6,388	16,26
10°	»	315	41°2	0,965	1,317	0,730	6,458	16,61
11°	»	310	41°3	0,990	1,338	0,730	6,458	17,04
12°	»	320	41°2	0,959	1,262	0,750	6,319	16,15
13°	»	325	41°6	0,944	1,224	0,760	6,253	15,73
14°	»	327	41°5	0,938	1,256	0,740	6,388	15,97
15°	»	330	41°8	0,921	1,257	0,730	6,458	15,85
16°	»	330	42°	0,954	1,245	0,760	6,253	15,90
17°	»	340	41°6	0,902	1,208	0,740	6,388	15,36
18°	»	328	41°8	0,926	1,234	0,730	6,458	15,94
19°	»	325	41°7	0,944	1,243	0,750	6,319	15,90
20°	»	319	41°6	0,962	1,247	0,760	6,253	16,04
21°	»	322	41°4	0,978	1,245	0,760	6,253	16,30
22°	»	322	41°2	0,953	1,245	0,740	6,388	16,23
23°	»	325	41°3	0,935	1,264	0,740	6,388	15,92
24°	»	328	41°4	0,935	1,234	0,750	6,319	15,73
25°	»	333	41°5	0,912	1,246	0,730	6,458	15,70
26°	»	331	41°3	0,951	1,238	0,750	6,319	16,02
27°	»	337	41°4	0,934	1,249	0,740	6,388	15,90
28°	»	330	41°5	0,954	1,263	0,750	6,319	16,07
29°	»	328	41°5	0,926	1,240	0,750	6,319	15,60
30°	»	330	41°4	0,954	1,212	0,780	6,123	15,57
31°	»	340	41°2	0,926	1,200	0,770	6,187	15,27
32°	»	335	41°4	0,940	1,218	0,770	6,187	15,50
33°	»	333	41°3	0,922	1,195	0,760	6,253	15,37
34°	»	328	41°2	0,958	1,219	0,780	6,123	15,64
35°	»	325	41°5	0,969	1,255	0,770	6,187	15,98
36°	»	327	41°4	0,965	1,223	0,780	6,123	15,75
37°	»	335	41°4	0,916	1,188	0,760	6,253	15,29
38°	»	337	41°6	0,934	1,219	0,760	6,253	15,57
39°	»	340	41°5	0,926	1,200	0,770	6,187	15,27
40°	»	335	41°6	0,940	1,227	0,760	6,253	15,67
41°	»	340	41°5	0,926	1,176	0,780	6,123	15,11
42°	»	335	41°6	0,907	1,194	0,760	6,253	15,12
43°	»	327	41°5	0,963	1,247	0,770	6,187	15,88
44°	»	330	41°6	0,954	1,236	0,770	6,187	15,71
45°	»	330	41°7	0,954	1,212	0,780	6,123	15,57
46°	»	330	41°6	0,954	1,236	0,770	6,187	15,73
47°	»	332	41°5	0,924	1,198	0,760	6,253	15,40
48°	»	335	41°7	0,940	1,194	0,780	6,123	15,34
49°	»	325	41°5	0,967	1,255	0,770	6,187	15,95
52°	»	320	41°9	0,959	1,250	0,760	6,253	15,98
55°	»	318	41°7	0,959	1,289	0,740	6,388	16,33
58°	»	320	41°8	0,959	1,250	0,760	6,253	15,98
61°	»	325	41°9	0,944	1,276	0,740	6,388	16,08
64°	»	325	41°9	0,935	1,236	0,750	6,319	15,75
73°	»	323	41°9	0,960	1,262	0,760	6,253	16,00
76°	»	335	41°9	0,916	1,176	0,770	6,187	15,11
79°	»	330	41°8	0,954	1,257	0,750	6,319	16,07
85°	»	330	41°8	0,921	1,181	0,720	6,187	15,19
88°	»	330	41°9	0,954	1,279	0,750	6,319	16,07
97°	»	337	42°	0,910	1,261	0,730	6,458	15,65
100°	»	347	41°8	0,908	1,195	0,750	6,319	15,29
103°	»	340	41°8	0,926	1,188	0,770	6,187	15,26
108°	»	332	41°9	0,940	1,253	0,740	6,388	16,01
111°	»	340	41°7	0,924	1,216	0,760	6,253	15,67
115°	»	334	41°5	0,926	1,255	0,740	6,388	15,77
120°	»	325	41°2	0,969	1,261	0,760	6,253	16,15



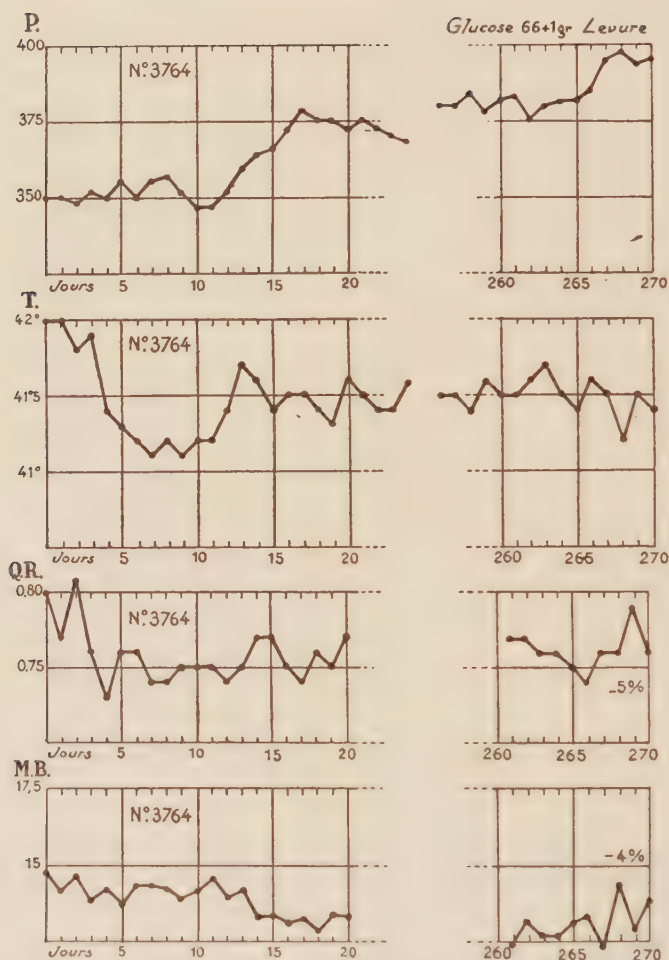
GRAPHIQUE XXXI. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 66 % de glucose complété par une addition quotidienne de 0 gr. 50 de levure.

TABLEAU XXIV. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 66 % de glucose, additionnés de 1 gr. de levure (Pigeon n° 3764 - Surface : 395 cmq).

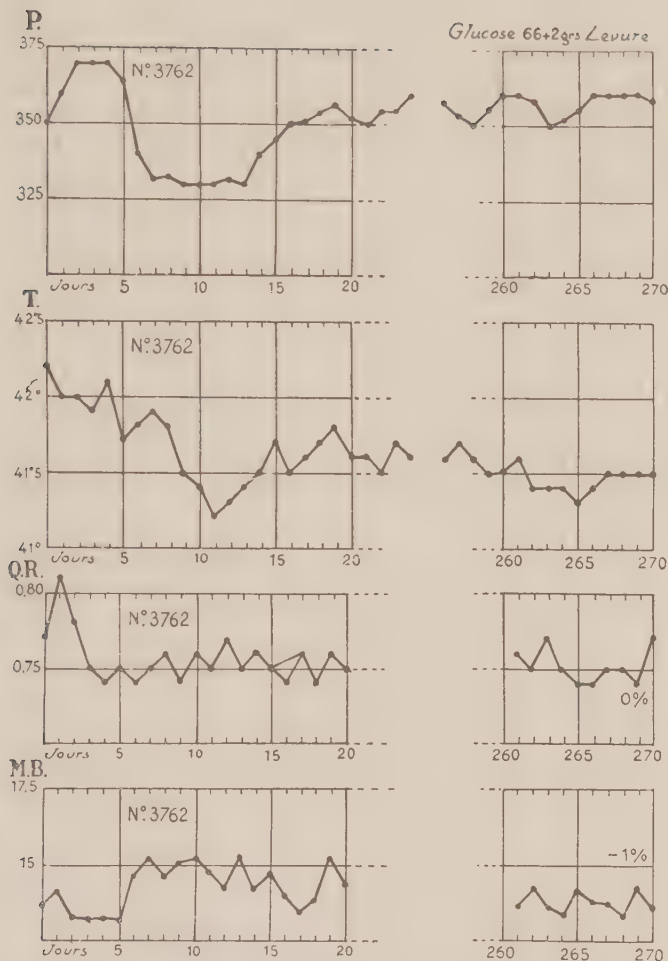
	Poids	Températ. centrale	CO ₂ par kg. et par heure	O ₂ par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ₂	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant ...	350	42°	0,962	1,157	0,800	6,001	14,61
1 ^{er} jour	350	42°	0,900	1,157	0,770	6,187	14,09
2° »	348	41°8	0,968	1,180	0,810	5,942	14,55
3° »	352	41°9	0,872	1,136	0,760	6,253	13,80
4° »	350	41°4	0,868	1,174	0,730	6,458	14,18
5° »	355	41°3	0,864	1,137	0,760	6,253	13,68
6° »	350	41°2	0,900	1,174	0,760	6,253	14,24
7° »	355	41°1	0,887	1,336	0,740	6,388	14,34
8° »	357	41°2	0,881	1,179	0,740	6,388	14,24
9° »	351	41°1	0,874	1,150	0,750	6,319	13,97
10° »	346	41°2	0,878	1,167	0,750	6,319	14,04
11° »	347	41°2	0,907	1,195	0,750	6,319	14,50
12° »	351	41°4	0,863	1,162	0,740	6,388	13,95
13° »	359	41°7	0,879	1,173	0,750	6,319	14,06
14° »	364	41°6	0,851	1,094	0,770	6,187	13,30
15° »	365	41°4	0,841	1,068	0,770	6,187	13,32
16° »	372	41°5	0,817	1,088	0,750	6,319	13,06
17° »	378	41°5	0,812	1,087	0,740	6,388	13,13
18° »	375	41°4	0,810	1,066	0,760	6,253	12,82
19° »	375	41°3	0,840	1,117	0,750	6,319	13,43
20° »	373	41°6	0,851	1,094	0,770	6,187	13,32
261° »	383	41°5	0,793	1,018	0,770	6,187	12,42
262° »	375	41°6	0,840	1,085	0,770	6,187	13,15
263° »	380	41°7	0,800	1,052	0,760	6,253	12,66
264° »	382	41°5	0,795	1,044	0,760	6,253	12,58
265° »	382	41°4	0,824	1,096	0,750	6,319	13,05
266° »	385	41°6	0,813	1,093	0,740	6,388	13,22
267° »	395	41°5	0,777	1,012	0,760	6,253	12,27
268° »	398	41°2	0,910	1,133	0,760	6,253	14,40
269° »	394	41°5	0,845	1,068	0,790	6,062	12,96
270° »	395	41°4	0,882	1,154	0,760	6,253	13,96

TABLEAU XXV. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 66 % de glucose, additionnés de 2 gr. de levure (Pigeon n° 3762 - Surface : 395 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ₂ par kg. et par heure	O ₂ par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ₂	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant ...	350	42°2	0,875	1,133	0,770	6,187	13,69
1 ^{er} jour	360	42°	0,936	1,152	0,810	5,942	14,07
2° »	370	42°	0,828	1,062	0,780	6,123	13,32
3° »	370	41°9	0,828	1,081	0,750	6,319	13,24
4° »	370	42°1	0,821	1,102	0,740	6,388	13,27
5° »	364	41°7	0,824	1,082	0,750	6,319	13,18
6° »	340	41°8	0,902	1,208	0,740	6,388	14,58
7° »	332	41°9	0,948	1,234	0,750	6,319	15,16
8° »	333	41°8	0,920	1,201	0,760	6,253	14,54
9° »	330	41°5	0,930	1,245	0,740	6,388	15,03
10° »	330	41°4	0,954	1,245	0,760	6,253	15,10
11° »	330	41°2	0,921	1,212	0,750	6,319	14,74
12° »	332	41°3	0,915	1,174	0,770	6,187	14,32



GRAPHIQUE XXXII. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 66 % de glucose complété par une addition quotidienne de 1 gr. de levure.

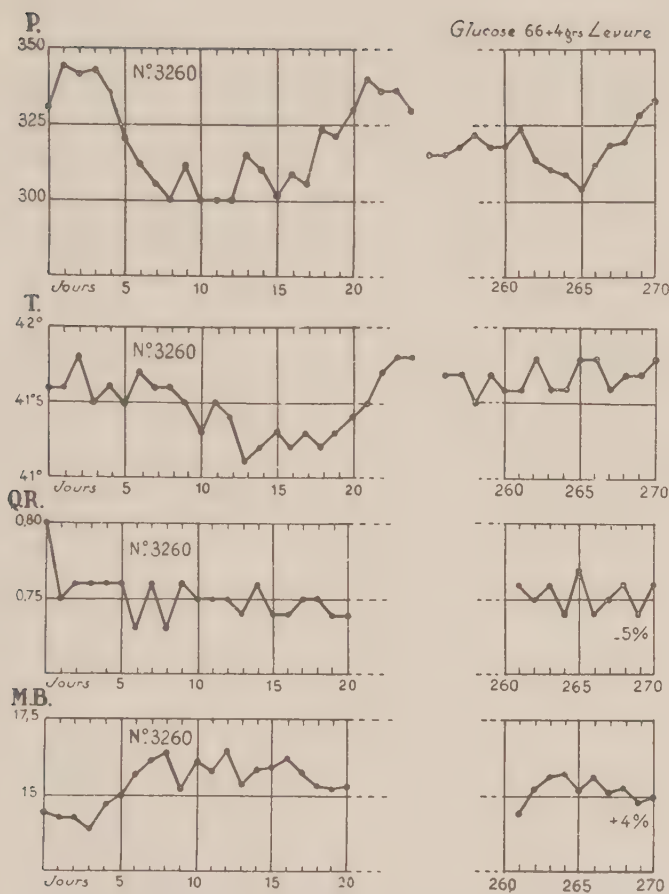


GRAPHIQUE XXXIII. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 66 % de glucose complété par une addition quotidienne de 2 gr. de levure.

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorifique de CO ²	Métabolisme basal rapporté à la surface et au poids
13° »	330	41°4	0,954	1,275	0,750	6,319	15,26
14° »	340	41°5	0,889	1,159	0,760	6,253	14,07
15° »	345	41°7	0,900	1,185	0,750	6,319	14,65
16° »	350	41°5	0,863	1,159	0,740	6,388	13,95
17° »	352	41°6	0,847	1,101	0,760	6,253	13,40
18° »	354	41°7	0,852	1,141	0,740	6,388	13,77
19° »	357	41°8	0,957	1,255	0,760	6,253	15,16
20° »	353	41°6	0,879	1,173	0,750	6,319	14,21
261° »	360	41°6	0,857	1,117	0,760	6,253	13,56
262° »	358	41°4	0,900	1,191	0,750	6,319	14,39
263° »	350	41°4	0,863	1,122	0,770	6,187	13,51
264° »	352	41°4	0,833	1,100	0,750	6,319	13,32
265° »	355	41°3	0,875	1,169	0,740	6,388	14,14
266° »	360	41°4	0,844	1,141	0,740	6,388	13,64
267° »	360	41°5	0,852	1,105	0,750	6,319	13,62
268° »	360	41°5	0,838	1,106	0,750	6,319	13,30
269° »	360	41°5	0,879	1,184	0,740	6,388	14,21
270° »	358	41°5	0,867	1,115	0,770	6,187	13,57

TABLEAU XXVI. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 66 % de glucose, additionnés de 4 gr. de levure (Pigeon n° 3260 - Surface : 380 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolisme basal rapporté à la surface et au poids
Avant . . .	330	41°6	0,991	1,131	0,800	6,001	14,39
1 ^{er} jour	344	41°6	0,915	1,218	0,750	6,319	14,38
2° »	341	41°8	0,923	1,211	0,760	6,253	14,35
3° »	343	41°5	0,895	1,172	0,760	6,253	13,92
4° »	335	41°6	0,940	1,217	0,760	6,253	14,61
5° »	320	41°5	0,950	1,252	0,760	6,253	14,77
6° »	312	41°7	0,974	1,330	0,730	6,458	15,64
7° »	305	41°6	1,032	1,357	0,760	6,253	16,05
8° »	300	41°6	1,023	1,426	0,730	6,458	16,43
9° »	312	41°5	0,974	1,275	0,760	6,253	15,14
10° »	300	41°3	1,023	1,360	0,750	6,319	16,07
11° »	300	41°5	1,000	1,326	0,750	6,319	15,71
12° »	300	41°4	1,050	1,396	0,750	6,319	16,50
13° »	315	41°1	0,974	1,311	0,740	6,388	15,47
14° »	310	41°2	1,016	1,322	0,760	6,253	15,80
15° »	302	41°3	1,006	1,350	0,740	6,388	15,98
16° »	308	41°2	1,019	1,394	0,740	6,388	16,19
17° »	305	41°3	1,006	1,324	0,750	6,319	15,80
18° »	325	41°2	0,972	1,280	0,750	6,319	15,27
19° »	321	41°3	0,956	1,292	0,740	6,388	15,18
20° »	330	41°4	0,955	1,292	0,740	6,388	15,17
261° »	324	41°6	0,926	1,219	0,760	6,253	14,40
262° »	314	41°8	0,972	1,293	0,750	6,319	15,27
263° »	310	41°6	0,980	1,290	0,760	6,253	15,54
264° »	308	41°6	0,987	1,324	0,740	6,388	15,68
265° »	304	41°8	0,986	1,269	0,770	6,187	15,17
266° »	312	41°8	0,983	1,323	0,740	6,388	15,61
267° »	318	41°6	0,956	1,257	0,750	6,319	15,02
268° »	319	41°7	0,987	1,278	0,760	6,253	15,35
269° »	328	41°7	0,935	1,259	0,740	6,388	14,85
270° »	333	41°8	0,962	1,247	0,760	6,253	14,96



GRAPHIQUE XXXIV. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 66 % de glucose, complété par une addition quotidienne de 4 gr. de levure.

On peut aisément se rendre compte que, dans tous ces cas, le quotient respiratoire, comme le métabolisme de base, restent pratiquement constants. Les extrêmes sont d'ailleurs rapportes dans le tableau schématique suivant :

Régime à 66 % de glucose					Survie (jours)	Surface en cmq	Poids en grammes		Vari- ations %
							Début	Fin	
Pigeon n°	3763	avec	0,5	de levure..	120	380	325	325	0
»	3764	»	1 gr.	» ..	270	395	350	395	+ 13
»	3762	»	2 »	» ..	270	395	350	358	+ 2
»	3260	»	4 »	» ..	270	380	330	333	+ 1

					Quotient Début	respiratoire Fin	Vari- ations %	Métabolisme Début	basal Fin	Vari- ations %
Pigeon n°	3763	avec	0 gr. 50	de levure.	0,75	0,76	+ 1	13,36	16,15	— 1
Pigeon n°	3764	avec	1 gr.	de levure...	0,80	0,76	— 5	14,61	13,86	— 4
Pigeon n°	3762	avec	2 gr.	de levure...	0,77	0,77	0	13,69	13,57	— 1
Pigeon n°	3260	avec	4 gr.	de levure...	0,80	0,76	— 5	14,39	14,96	+ 4

CHAPITRE III

Influence d'un déséquilibre alimentaire aigu sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal chez le pigeon.

La théorie de l'équivalence nutritive des différentes substances d'un même groupe (glucides par exemple) et l'isodynamie des divers constituants de ce groupe n'est plus guère admise aujourd'hui. Il en a été fourni expérimentalement plus d'une preuve. Mme L. RANDOIN et R. LECOQ ont montré, en particulier, que l'évolution de l'avitaminose B chez le pigeon variait grandement selon la nature chimique des glucides présents dans la ration, les survies observées selon les cas pouvant s'échelonner du simple au triple. Ces mêmes auteurs ont établi que la présence de vitamines B, même à doses élevées, ne suffit pas à prévenir les crises polynévritiques chez l'animal, quand certains sucres tels que le galactose et le lactose sont substitués au glucose et entrent dans la ration à raison de 66 %.

Un déséquilibre alimentaire du même ordre a été reproduit, par LECOQ, avec une forte proportion de peptone d'ovalbumine, et par LECOQ et SAVARE, au moyen de l'huile de ricin. Ces divers éléments (galactose, peptone d'ovalbumine, huile de ricin) ont été réunis, par LECOQ, sous le nom de substances de déséquilibre. Il est cependant possible de rétablir l'équilibre de la ration en changeant la proportion des divers constituants. De longues survies peuvent être obtenues, notamment, avec le régime riche en lipides et renfermant 35 % de galactose, qui a été préconisé par Mme RANDOIN et LECOQ, lorsque les vitamines B y sont d'autre part ajoutées en proportion satisfaisante.



Le déséquilibre occasionné par la substitution du galactose au glucose dans le régime synthétique, dont la formule a été donnée dans le chapitre précédent, se montre particulièrement aigu, puisque les survies des animaux en expérience ne dépassent pas 6 à

15 jours, malgré l'addition quotidienne de levure de bière, que celle-ci soit de 0 gr. 50, 1 gr., 2 gr. ou 4 gr.

Nos recherches (poids, température, quotient respiratoire et métabolisme de base) ont été effectuées comme précédemment sur des pigeons adultes recevant chaque jour, par gavage, 20 gr. de la ration à 66 % de galactose, complétés ou non (comme dans le cas du glucose) d'une addition de doses échelonnées de levure de bière. Ainsi qu'il était prévu, la survie des animaux s'est montrée dans tous les cas très réduite et les crises de polynévrite apparurent rapidement, dès le 2^e ou le 3^e jour, entraînant vers la fin de la semaine la mort des sujets.

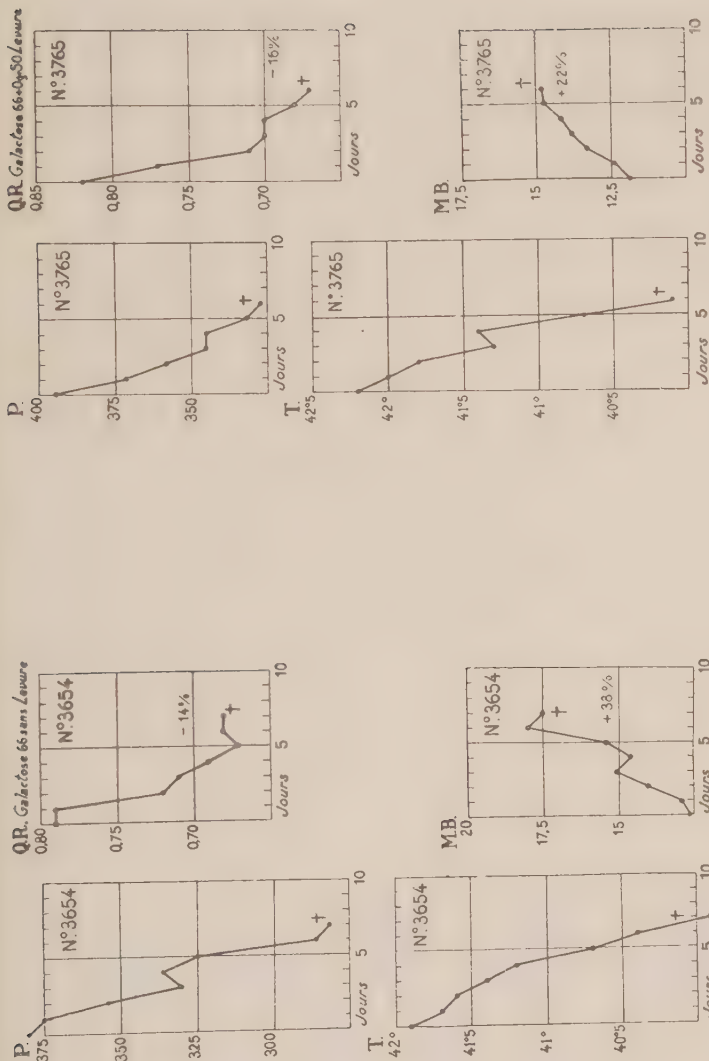
Les résultats obtenus au cours de ces nouveaux essais sont donnés en détail dans les tableaux et graphiques ci-après (voir Tableaux XXVIII à XXXII et Graphiques XXXV à XL) :

TABLEAU XXVII. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 66 % de galactose, sans levure. (Pigeon n° 3654 - Surface : 415 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant .	380	41°9	0,868	1,092	0,790	6,062	12,67
1 ^{er} jour	375	41°7	0,880	1,112	0,790	6,062	12,85
2 ^e »	354	41°6	0,889	1,234	0,720	6,531	13,98
3 ^e »	330	41°4	0,954	1,345	0,710	6,606	15,18
4 ^e »	337	41°2	0,890	1,317	0,690	6,786	14,55
5 ^e »	325	40°7	0,941	1,400	0,660	6,946	15,74
6 ^e »	285	40°4	1,100	1,610	0,680	6,816	18,06
7 ^e »	271	39°9	1,070	1,575	0,680	6,816	17,58

TABLEAU XXVIII. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 66 % de galactose, additionnés de 0 gr. 50 de levure. (Pigeon n° 3765 - Surface : 420 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant .	396	42°2	0,856	1,032	0,820	5,884	11,99
1 ^{er} jour	372	42°	0,846	1,099	0,770	6,187	12,46
2 ^e »	358	41°8	0,849	1,189	0,710	6,606	13,34
3 ^e »	345	41°3	0,881	1,248	0,700	6,694	13,82
4 ^e »	345	41°4	0,889	1,248	0,700	6,694	14,16
5 ^e »	331	40°7	0,906	1,332	0,680	6,816	14,70
6 ^e »	327	40°1	0,892	1,318	0,670	6,946	14,74



GRAPHIQUE XXXV. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 66 % de galactose, sans levure (avitaminose B doublée de déséquilibre alimentaire).

GRAPHIQUE XXXVI. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 66 % de galactose, avec addition quotidienne de 0 gr. 50 de levure (déséquilibre alimentaire aigu).

TABLEAU XXIX. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 66 % de galactose, additionnés de 1 gr. de levure. (Pigeon n° 3841 - Surface : 415 cmq).

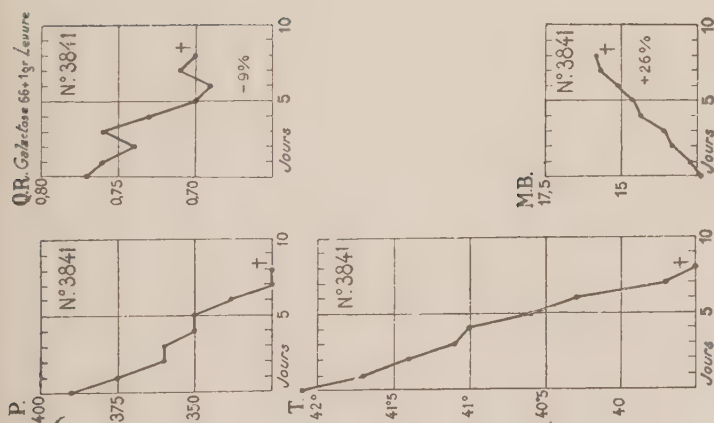
	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant .	390	42°1	0,807	1,020	0,770	6,187	12,41
1 ^{er} jour	375	41°7	0,818	1,066	0,760	6,253	12,72
2° »	360	41°7	0,844	1,138	0,740	6,388	13,41
3° »	360	41°1	0,874	1,141	0,760	6,253	13,59
4° »	350	41°	0,900	1,228	0,730	6,458	14,45
5° »	350	40°6	0,877	1,205	0,700	6,694	14,60
6° »	339	40°3	0,896	1,333	0,690	6,786	15,12
7° »	325	39°7	0,944	1,323	0,710	6,606	15,51
8° »	325	39°5	0,944	1,298	0,700	6,694	15,71

TABLEAU XXX. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 66 % de galactose, additionnés de 2 gr. de levure. (Pigeon n° 3618 - Surface : 375 cmq).

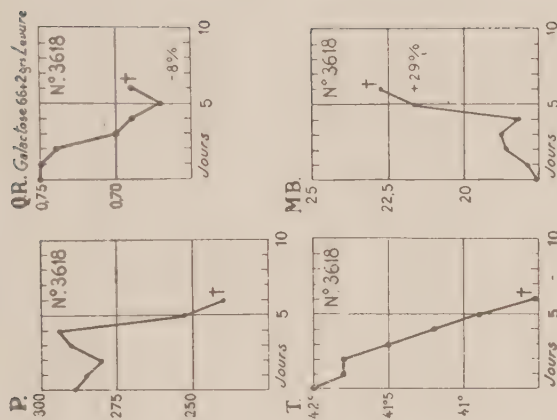
	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant .	288	42°	1,058	1,399	0,750	6,319	17,59
1 ^{er} jour	285	41°8	1,066	1,410	0,750	6,319	17,72
2° »	280	41°8	1,096	1,407	0,740	6,388	18,58
3° »	290	41°5	1,058	1,510	0,700	6,694	18,65
4° »	294	41°2	1,023	1,472	0,690	6,786	18,27
5° »	253	40°9	1,185	1,754	0,670	6,946	21,66
6° »	240	40°5	1,279	1,644	0,690	6,786	22,83

TABLEAU XXXI. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 66 % de galactose, additionnés de 2 gr. de levure. (Pigeon n° 3842 - Surface : 420 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant .	410	42°1	0,768	0,960	0,790	6,062	11,59
1 ^{er} jour	400	41°7	0,787	1,036	0,750	6,319	12,37
2° »	393	41°4	0,781	1,045	0,740	6,388	12,41
3° »	384	40°8	0,799	1,041	0,750	6,319	12,55
4° »	371	40°4	0,819	1,118	0,730	6,458	13,15
5° »	359	40°1	0,846	1,183	0,710	6,606	13,90
6° »	351	39°8	0,831	1,173	0,710	6,606	13,65



GRAPHIQUE XXXVII. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 66 % de galactose, avec addition quotidienne d'un gr. de levure (déséquilibre alimentaire aigu).



GRAPHIQUE XXXVIII. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 66 % de galactose, avec addition quotidienne de 2 gr. de levure (déséquilibre alimentaire aigu).

TABLEAU XXXII. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 66 % de galactose, additionnés de 4 gr. de levure. (Pigeon n° 3261 - Surface : 380 cmq).

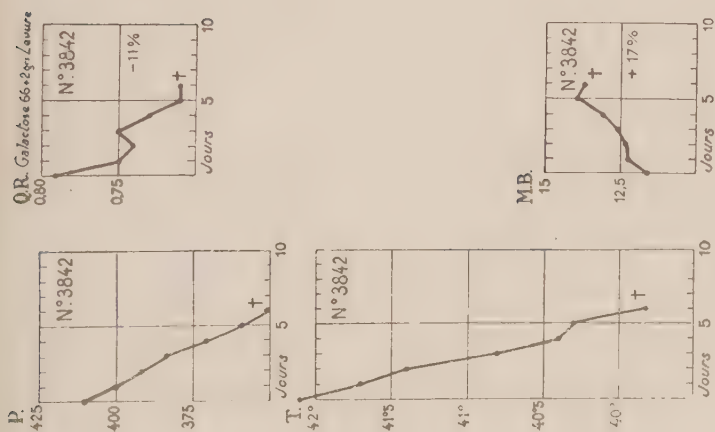
	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant .	336	41°6	0,982	1,229	0,790	6,062	15,66
1 ^{er} jour	314	41°4	1,073	1,289	0,830	5,829	16,41
2° »	315	40°9	1,000	1,333	0,750	6,319	16,61
3° »	310	40°8	0,990	1,387	0,710	6,606	17,20
4° »	294	40°3	1,020	1,472	0,690	6,786	18,21
5° »	275	40°1	1,116	1,600	0,690	6,786	19,82
6° »	252	39°9	1,190	1,750	0,680	6,816	21,34

La chute du poids, de la température et du quotient respiratoire est particulièrement nette dans tous les cas. Elle est au moins aussi importante chez les pigeons qui ont reçu de la levure que chez les pigeons témoins qui n'en recevaient pas. L'exagération du métabolisme de base s'observe également dans tous les essais ; mais elle paraît plus accusée encore lorsque le déséquilibre alimentaire se superpose à l'avitaminose (cas témoin sans levure).

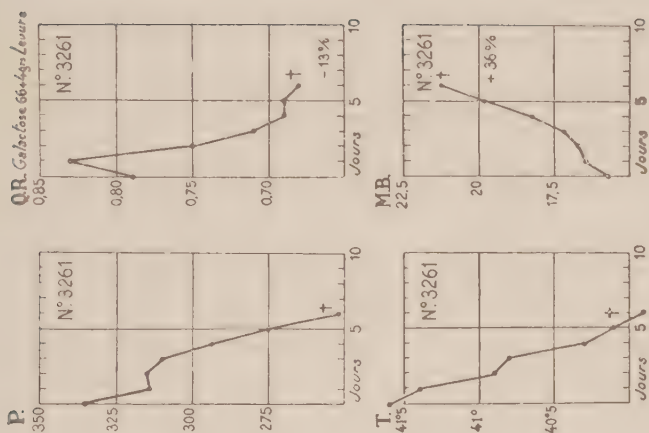
Voici d'ailleurs, résumés comme précédemment en un tableau d'ensemble, les chiffres extrêmes et les variations pour cent enregistrées :

Régime à 66 % de galactose	Survie (jours)	Surface en cmq	Poids en gr. Début Fin	Vari- ations %
Pigeon n° 3654 sans levure	7	415	380 271	— 28
Pigeon n° 3765 avec 0,5 levure . . .	6	420	396 327	— 17
Pigeon n° 3841 avec 1 gr. levure	8	415	390 325	— 16
Pigeon n° 3618 avec 2 gr. levure	6	375	288 240	— 16
Pigeon n° 3842 avec 2 gr. levure	6	420	410 351	— 14
Pigeon n° 3261 avec 4 gr. levure	6	380	336 252	— 24

	Quotient Début	respiratoire Fin	Vari- ations %	Métabolisme Début	basal Fin	Vari- ations %
Pigeon n° 3654 sans levure	0,79	0,68	— 14	12,67	17,58	+ 38
Pigeon n° 3765 avec 0 gr. 50 de levure	0,82	0,67	— 16	11,99	14,74	+ 22
Pigeon n° 3841 avec 1 gr. de levure.	0,77	0,70	— 9	12,41	15,71	+ 26
Pigeon n° 3618 avec 2 gr. de levure.	0,75	0,69	— 8	17,59	22,83	+ 29
Pigeon n° 3842 avec 2 gr. de levure.	0,79	0,71	— 11	11,59	13,65	+ 17
Pigeon n° 3261 avec 4 gr. de levure.	0,79	0,68	— 13	15,66	21,34	+ 36



GRAPHIQUE XXXIX. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 66 % de galactose, avec addition quotidienne de 2 gr. de levure (déséquilibre alimentaire aigu).



GRAPHIQUE XL. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 66 % de galactose, avec addition quotidienne de 4 gr. de levure (déséquilibre alimentaire aigu).

CHAPITRE IV

Influence d'un déséquilibre alimentaire atténué sur le quotient respiratoire et le métabolisme basal chez le pigeon

Nous venons de voir au cours des deux chapitres précédents combien le glucose et le galactose s'opposent dans leurs effets, quand ils entrent dans la proportion de 66 % d'un régime complété par ailleurs par une dose plus ou moins élevée de vitamines B données sous forme de levure de bière. Alors que les animaux se maintiennent — pendant très longtemps — en parfaite santé avec le régime à base de glucose, ils ne tardent pas à présenter, avec le régime à base de galactose, des accidents polynévritiques graves, traduisant le déséquilibre alimentaire. Mme RANDOIN et LECOQ ont montré que des doses plus élevées de glucose, atteignant 80 % et même davantage, peuvent être introduites dans le régime sans inconvénient.

Le lévulose, ainsi que l'a établi LECOQ, semble se tenir à égale distance entre le glucose et le galactose. Avec le lévulose, une bonne survie dépassant 6 mois peut être observée si la quantité de levure ajoutée quotidiennement est de 2 gr. L'équilibre obtenu dans ces conditions reste limité, car aux doses quotidiennes de 1 gr. ou de 4 gr. de levure, les survies atteignent seulement 3 ou 4 mois. Ces faits ont été confirmés par Mme RANDOIN et MILHAUD. Ajoutons que les recherches récentes de LECOQ ont montré que le déséquilibre apparaît quand la proportion de lévulose de la ration est élevée à 80 % et mieux encore à 84 %. Mais il s'agit alors d'un déséquilibre atténué, demandant, en présence de fortes doses de levure, un long temps pour se manifester : plusieurs mois au lieu de quelques jours comme dans le cas du galactose.



Nous avons utilisé parallèlement les deux régimes ci-après, dont la composition avait été donnée par LECOQ :

	I	II
Peptone de muscle	7	5
Lévulose	80	84
Mélange salin d'OSBORNE et MENDEL	3	3
Papier filtre	2	2
Agar-agar	8	6
Carotène en solution huileuse concentrée....	une unité internationale par gramme de régime	

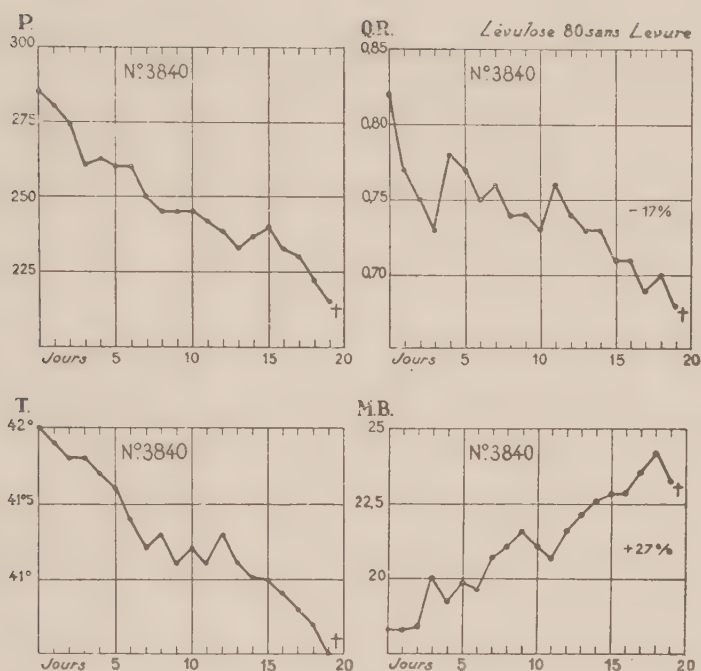
Le régime à 80 % de lévulose fut administré sans levure et, concurremment, avec addition de 0 gr. 50, 1 gr., 2 gr. et 4 gr. de levure. Le régime à 84 % de lévulose fut seulement donné avec une addition quotidienne de 2 gr. de levure. Nous n'avions pour but, en effet, que de montrer l'accentuation du déséquilibre apporté par une augmentation du taux de lévulose en présence de la dose optima de levure.

Comme à l'ordinaire, toutes ces rations furent administrées par gavage, à raison de 20 gr. par jour, la température, le quotient respiratoire et le métabolisme de base étant calculés ainsi qu'il a été précédemment exposé.

Les résultats répétés chaque jour aussi longtemps qu'il était nécessaire (pendant 141 jours au cours d'une des expériences) se trouvent réunis dans les tableaux et graphiques ci-après (voir Tableaux XXXIII à XXXVIII et Graphiques XLI à XLVI) ;

TABLEAU XXXIII. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 80 % de lévulose sans levure. (Pigeon n° 3840 - Surface : 375 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métaboli- sme basal rapporté à la surface et au poids
Avant . .	285	42°	1,182	1,435	0,820	5,884	18,30
1 ^{er} jour	280	41°9	1,125	1,357	0,770	6,187	18,31
2° »	274	41°8	1,112	1,532	0,750	6,319	18,47
3° »	260	41°8	1,180	1,611	0,730	6,458	20,05
4° »	263	41°7	1,195	1,520	0,780	6,123	19,25
5° »	260	41°6	1,211	1,553	0,770	6,187	19,97
6° »	260	41°4	1,180	1,561	0,750	6,319	19,62
7° »	250	41°2	1,260	1,644	0,760	6,253	20,71
8° »	245	41°3	1,253	1,685	0,740	6,388	21,06
9° »	245	41°1	1,285	1,718	0,740	6,388	21,60
10° »	245	41°2	1,240	1,644	0,730	6,458	21,07
11° »	242	41°1	1,254	1,652	0,760	6,253	20,63
12° »	238	41°3	1,286	1,735	0,740	6,388	21,61
13° »	233	41°1	1,304	1,782	0,730	6,458	22,17
14° »	237	41°	1,323	1,814	0,730	6,458	22,56
15° »	240	41°	1,312	1,833	0,710	6,606	22,80
16° »	233	40°9	1,317	1,845	0,710	6,606	22,89
17° »	230	40°8	1,319	1,918	0,690	6,786	23,55
18° »	223	40°7	1,376	1,892	0,700	6,694	24,23
19° »	215	40°5	1,391	2,027	0,680	6,816	23,37



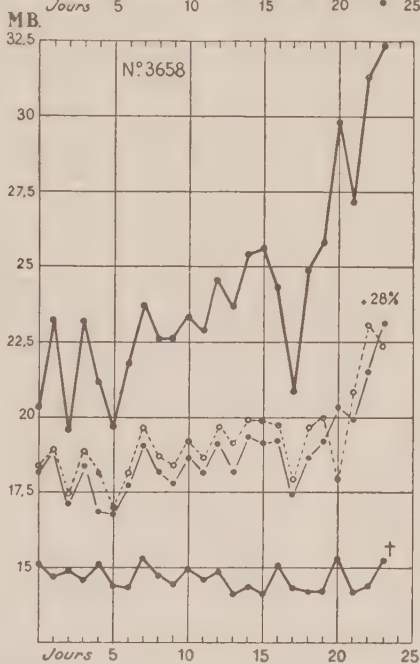
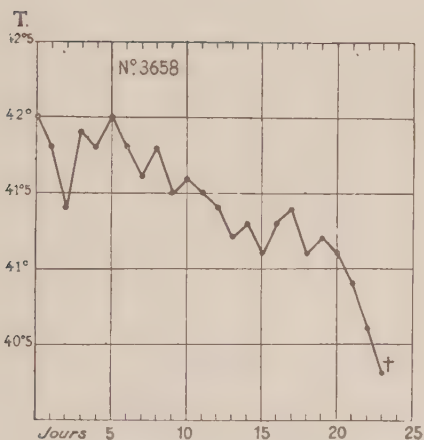
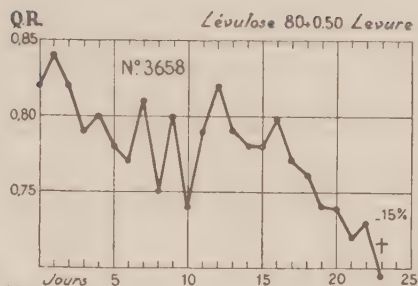
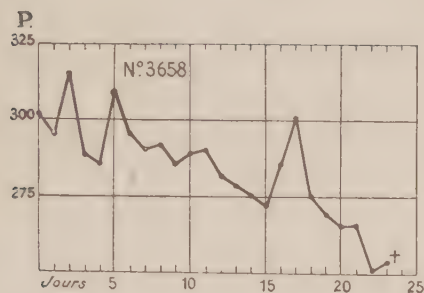
GRAPHIQUE XLI. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 80 % de lévulose, sans addition de levure (avitaminose B et déséquilibre).

TABLEAU XXXIV. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 80 %, additionnés de 0 gr. 50 de levure. (Pigeon n° 3658 - Surface . 375 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolisme basal rapporté à la surface et au poids
Avant ..	302	42°	1,115	1,351	0,820	5,884	18,12
1 ^{er} jour	295	41° 8	1,118	1,332	0,840	5,774	18,98
2° »	315	41° 4	1,047	1,276	0,820	5,884	17,55
3° »	287	41° 9	1,097	1,400	0,790	6,062	18,45
4° »	285	41° 8	1,015	1,442	0,800	6,001	16,80
5° »	310	42°	0,990	1,267	0,780	6,123	16,74
6° »	295	41° 8	1,030	1,332	0,770	6,187	17,78
7° »	290	41° 6	1,162	1,324	0,810	5,942	19,08
8° »	292	41° 8	1,041	1,376	0,750	6,319	18,18
9° »	285	41° 5	1,070	1,378	0,800	6,001	17,73
10° »	289	41° 6	1,062	1,422	0,740	6,388	18,74
11° »	290	41° 5	1,086	1,324	0,790	6,062	18,18
12° »	281	41° 4	1,174	1,430	0,820	5,884	19,08
13° »	278	41° 2	1,082	1,352	0,790	6,062	18,14
14° »	275	41° 3	1,145	1,466	0,780	6,123	19,36
15° »	271	41° 1	1,132	1,483	0,780	6,123	19,14
16° »	285	41° 3	1,157	1,442	0,800	6,001	19,17
17° »	301	41° 4	1,013	1,305	0,770	6,187	17,31
18° »	274	41° 1	1,094	1,434	0,760	6,253	18,89
19° »	269	41° 2	1,085	1,460	0,740	6,388	19,14
20° »	265	41° 1	1,158	1,550	0,740	6,388	20,41
21° »	265	40° 9	1,101	1,516	0,720	6,531	19,84
22° »	250	40° 6	1,210	1,644	0,730	6,458	21,58
23° »	253	40° 3	1,210	1,747	0,690	6,786	23,26

TABLEAU XXXV. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 80 %, additionnés de 1 gr. de levure. (Pigeon n° 3659 - Surface . 402 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolisme basal rapporté à la surface et au poids
Avant ..	368	41° 5	0,834	1,067	0,780	6,123	12,95
1 ^{er} jour	365	41° 7	0,841	1,117	0,750	6,319	13,21
2° »	355	41° 4	0,887	1,180	0,750	6,319	16,42
3° »	347	41° 3	0,971	1,195	0,810	5,942	14,59
4° »	345	41° 5	0,881	1,130	0,770	6,187	13,55
5° »	330	41° 1	0,954	1,212	0,780	6,123	14,52
6° »	330	41° 2	0,921	1,224	0,750	6,319	14,47
7° »	330	41° 3	0,921	1,178	0,780	6,123	14,02
8° »	315	41° 2	1,000	1,301	0,760	6,253	15,05

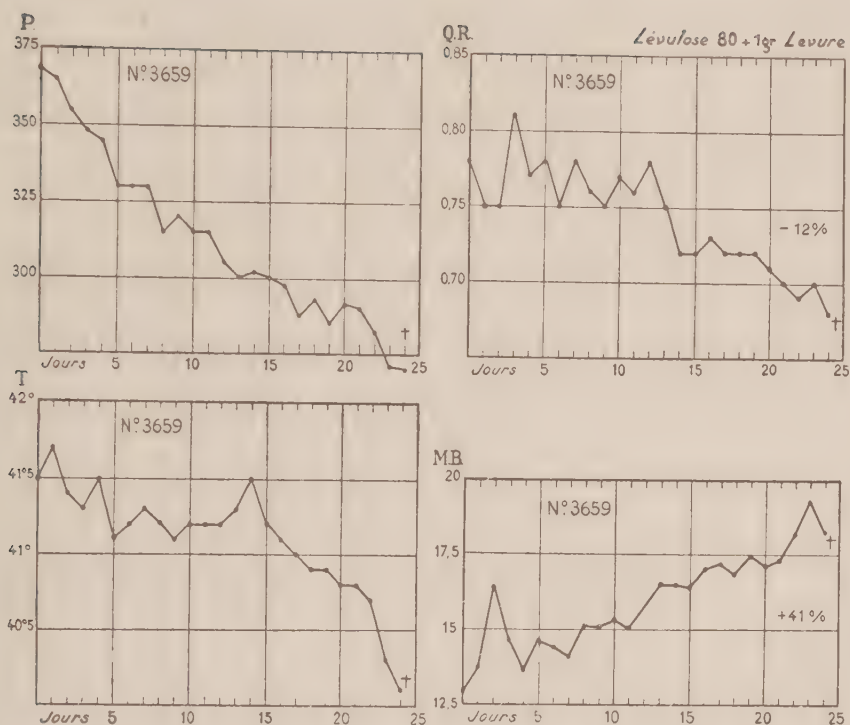


GRAPHIQUE XLII. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 80 % de lévulose avec addition quotidienne de 0 gr. 50 de levure (déséquilibre alimentaire). Le métabolisme de base a été déterminé ici par rapport à la surface (trait plein inférieur), par rapport au poids (trait plein supérieur), le pointillé correspondant à la moyenne de ces deux résultats. Le métabolisme de base calculé par rapport au poids et à la surface est donné en trait discontinu.

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorifique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
9° »	320	41°1	0,959	1,265	0,750	6,319	15,07
10° »	315	41°2	1,000	1,295	0,770	6,187	15,39
11° »	315	41°2	0,965	1,269	0,760	6,253	15,00
12° »	305	41°2	1,032	1,325	0,780	6,123	15,71
13° »	300	41°3	1,050	1,383	0,750	6,319	16,50
14° »	302	41°5	1,016	1,394	0,720	6,531	16,50
15° »	300	41°2	1,013	1,396	0,720	6,531	16,45
16° »	287	41°1	1,060	1,447	0,730	6,458	17,02
17° »	288	41°	1,055	1,461	0,720	6,531	17,13
18° »	293	40°9	1,037	1,430	0,720	6,531	16,84
19° »	285	40°9	1,077	1,494	0,720	6,531	17,49
20° »	292	40°8	1,041	1,459	0,710	6,606	17,10
21° »	290	40°8	1,086	1,551	0,700	6,694	17,30
22° »	283	40°7	1,084	1,554	0,690	6,786	18,29
23° »	271	40°3	1,163	1,660	0,700	6,694	19,36
24° »	270	40°1	1,085	1,592	0,680	6,816	18,37

TABLEAU XXXVI. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 80 % de lévulose, additionnés de 2 gr. de levure. (Pigeon gris foncé n° 3411 - Surface : 380 cmq).

	Poids	Températ. centrale	de CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorifique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant . . .	335	41°8	0,940	1,217	0,770	6,187	15,10
1 ^{er} jour	325	41°6	1,036	1,277	0,810	5,942	15,98
2° »	328	41°9	0,935	1,198	0,780	6,123	14,71
3° »	340	41°7	0,902	1,176	0,750	6,319	14,81
4° »	332	41°6	0,915	1,228	0,740	6,388	15,18
5° »	325	41°5	0,923	1,212	0,750	6,319	15,14
6° »	320	41°6	0,959	1,284	0,740	6,388	15,91
7° »	325	41°4	0,969	1,261	0,760	6,253	15,73
8° »	317	41°2	0,968	1,261	0,760	6,253	15,71
9° »	318	41°4	0,965	1,294	0,740	6,388	16,01
10° »	317	41°3	0,993	1,296	0,760	6,253	16,12
11° »	303	41°1	1,000	1,320	0,750	6,319	16,41
12° »	307	41°2	0,990	1,270	0,770	6,187	15,90
13° »	305	41°1	1,032	1,380	0,750	6,319	16,94
14° »	318	41°1	0,965	1,305	0,730	6,458	16,18
15° »	316	41°3	0,962	1,278	0,750	6,319	15,78
16° »	305	41°5	1,006	1,291	0,770	6,187	16,16
17° »	309	41°7	1,019	1,320	0,770	6,187	16,37
18° »	310	41°7	0,990	1,290	0,760	6,253	16,07

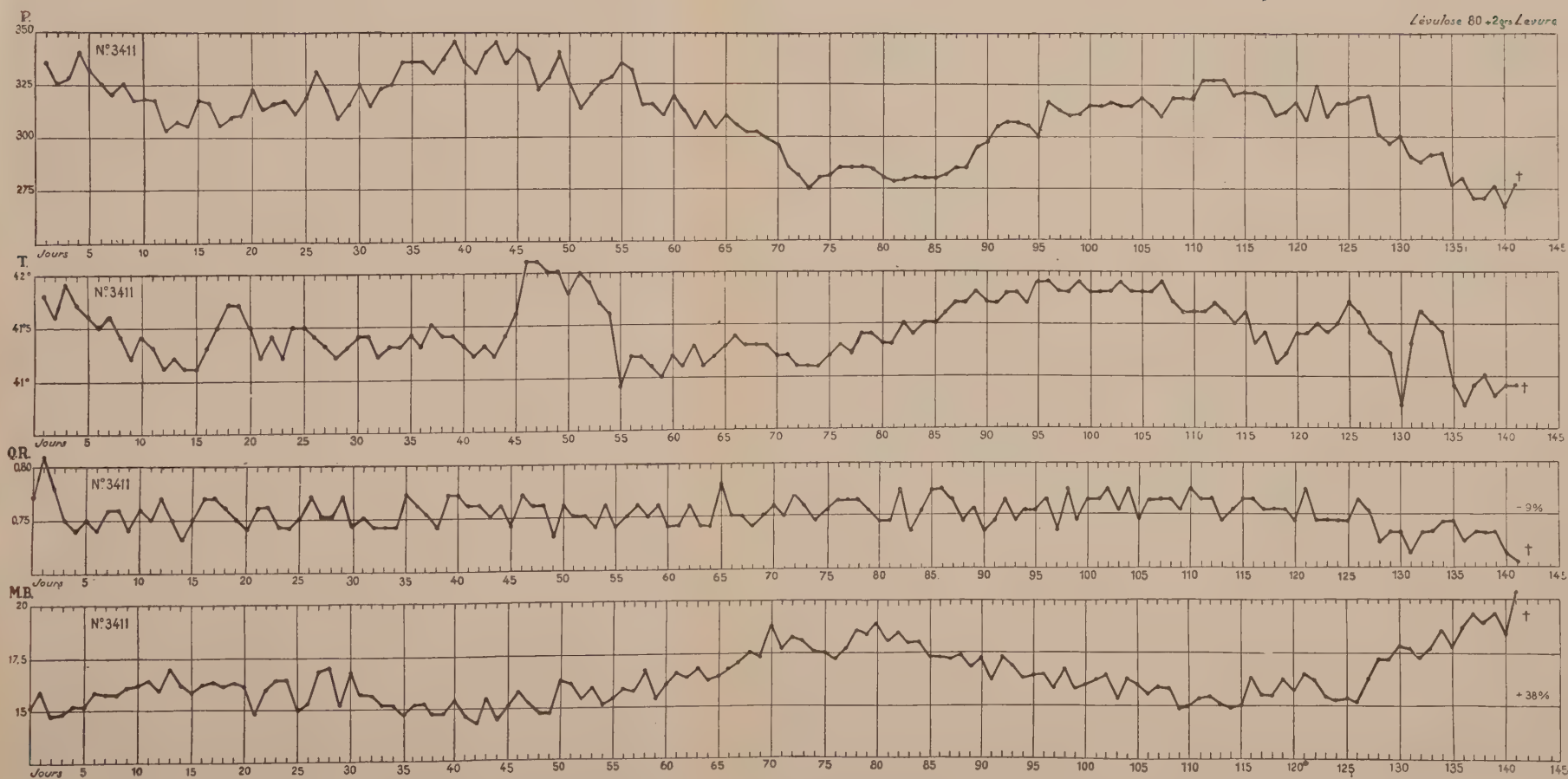


GRAPHIQUE XLIII. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 80 % de lévulose, avec addition quotidienne de 1 gr. de levure (déséquilibre alimentaire).

		Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorifique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
19°	»	322	41°5	0,978	1,288	0,750	6,319	16,37
20°	»	313	41°2	0,971	1,303	0,740	6,388	16,10
21°	»	325	41°4	0,923	1,203	0,760	6,253	14,72
22°	»	317	41°2	0,968	1,261	0,760	6,253	15,97
23°	»	310	41°5	0,990	1,325	0,740	6,388	16,42
24°	»	318	41°5	0,990	1,333	0,740	6,388	16,42
25°	»	331	41°4	0,906	1,196	0,750	6,319	14,87
26°	»	322	41°3	0,944	1,226	0,770	6,187	15,16
27°	»	308	41°2	1,022	1,353	0,750	6,319	16,77
28°	»	315	41°3	0,974	1,295	0,750	6,319	16,98
29°	»	325	41°4	0,944	1,218	0,770	6,187	15,16
30°	»	314	41°4	1,003	1,340	0,740	6,388	16,64
31°	»	323	41°2	0,950	1,263	0,750	6,319	15,58
32°	»	325	41°3	0,935	1,264	0,740	6,388	15,51
33°	»	335	41°3	0,907	1,208	0,740	6,388	15,04
34°	»	335	41°4	0,907	1,208	0,740	6,388	15,04
35°	»	335	41°3	0,916	1,134	0,770	6,187	14,72
36°	»	330	41°5	0,930	1,212	0,760	6,253	15,10
37°	»	337	41°4	0,934	1,243	0,750	6,319	15,15
38°	»	345	41°4	0,913	1,220	0,740	6,388	14,62
39°	»	335	41°3	0,907	1,164	0,770	6,187	14,60
40°	»	330	41°2	0,954	1,233	0,770	6,187	15,33
41°	»	340	41°3	0,894	1,173	0,760	6,253	14,51
42°	»	345	41°2	0,881	1,159	0,760	6,253	14,30
43°	»	335	41°7	0,940	1,220	0,750	6,319	15,42
44°	»	342	41°6	0,888	1,169	0,760	6,253	14,41
45°	»	337	42°1	0,910	1,219	0,740	6,388	15,09
46°	»	322	42°1	0,978	1,204	0,770	6,187	15,71
47°	»	328	42°1	0,935	1,219	0,760	6,253	15,18
48°	»	340	42°	0,902	1,188	0,760	6,253	14,64
49°	»	325	41°8	0,935	1,264	0,730	6,458	14,64
50°	»	313	41°	1,006	1,313	0,760	6,253	16,33
51°	»	320	41°9	0,984	1,296	0,750	6,319	16,14
52°	»	326	41°7	0,941	1,239	0,750	6,319	15,44
53°	»	328	41°6	0,960	1,283	0,740	6,388	15,92
54°	»	335	41°5	0,934	1,194	0,760	6,253	15,16
55°	»	332	41°2	0,948	1,268	0,740	6,388	15,46
56°	»	315	41°2	0,965	1,253	0,750	6,319	15,83
57°	»	315	41°1	0,965	1,269	0,760	6,253	15,69
58°	»	310	41°	1,016	1,351	0,750	6,319	16,67
59°	»	319	41°2	0,952	1,253	0,760	6,253	15,44
60°	»	312	41°1	0,974	1,314	0,740	6,388	16,00
61°	»	304	41°3	1,000	1,315	0,740	6,388	16,58

		Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorifique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
62°	»	311	41° 1	1,012	1,321	0,760	6,253	16,43
63°	»	304	41° 2	1,009	1,318	0,740	6,388	16,73
64°	»	310	41° 3	0,980	1,325	0,740	6,388	16,25
65°	»	305	41° 4	1,032	1,311	0,780	6,123	16,41
66°	»	302	41° 3	1,016	1,341	0,750	6,319	16,67
67°	»	302	41° 3	1,043	1,390	0,750	6,319	17,13
68°	»	298	41° 3	1,057	1,412	0,740	6,388	17,53
69°	»	285	41° 2	1,066	1,428	0,750	6,319	17,49
70°	»	281	41° 2	1,120	1,459	0,760	6,253	18,18
71°	»	275	41° 1	1,145	1,532	0,750	6,319	18,79
72°	»	276	41° 1	1,101	1,413	0,770	6,187	17,69
73°	»	280	41° 1	1,125	1,470	0,760	6,253	18,27
74°	»	282	41° 2	1,088	1,457	0,740	6,388	18,05
75°	»	285	41° 3	1,066	1,403	0,750	6,319	17,49
76°	»	285	41° 2	1,076	1,403	0,760	6,259	17,49
77°	»	285	41° 4	1,052	1,371	0,760	6,253	17,08
78°	»	284	41° 4	1,080	1,408	0,760	6,253	17,54
79°	»	280	41° 3	1,125	1,489	0,750	6,319	18,46
80°	»	278	41° 3	1,104	1,482	0,740	6,388	18,31
81°	»	279	41° 5	1,128	1,519	0,740	6,388	18,71
82°	»	272	41° 4	1,117	1,415	0,770	6,187	17,94
83°	»	280	40° 9	1,096	1,486	0,730	6,458	18,38
84°	»	280	41° 2	1,085	1,448	0,750	6,319	17,80
85°	»	282	41° 4	1,117	1,446	0,770	6,187	17,94
86°	»	285	41° 4	1,076	1,382	0,770	6,187	17,29
87°	»	285	41° 3	1,076	1,403	0,760	6,253	17,24
88°	»	295	41° 5	1,033	1,383	0,740	6,388	17,13
89°	»	298	41° 6	1,057	1,392	0,750	6,319	17,34
90°	»	305	41° 4	0,996	1,347	0,730	6,458	16,70
91°	»	308	41° 3	1,028	1,366	0,740	6,388	17,05
92°	»	308	41° 5	0,987	1,298	0,760	6,253	16,02
93°	»	305	41° 7	1,032	1,380	0,740	6,388	17,12
94°	»	300	41° 9	1,023	1,346	0,750	6,319	16,78
95°	»	317	41° 8	0,993	1,309	0,750	6,319	16,29
96°	»	313	41° 9	1,006	1,313	0,760	6,253	16,33
97°	»	310	41° 7	0,980	1,325	0,730	6,458	16,41
98°	»	312	41° 3	1,383	1,250	0,770	6,187	15,79
99°	»	315	41° 8	1,000	1,336	0,740	6,388	16,58
100°	»	315	42°	0,965	1,266	0,760	6,253	15,67
101°	»	317	41° 5	0,968	1,261	0,760	6,253	15,72
102°	»	315	41° 8	1,000	1,292	0,770	6,187	16,07
103°	»	315	42°	1,000	1,330	0,750	6,319	16,41
104°	»	320	42°	0,950	1,218	0,770	6,187	15,26

		Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorifique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
105°	»	315	41°8	0,974	1,304	0,740	6,388	16,16
106°	»	310	41°8	0,980	1,290	0,760	6,253	15,91
107°	»	318	41°9	0,953	1,258	0,760	6,253	15,47
108°	»	318	41°6	0,965	1,270	0,760	6,253	16,37
109°	»	318	41°8	0,990	1,317	0,750	6,319	16,24
110°	»	327	41°8	0,963	1,217	0,770	6,187	15,21
111°	»	327	42°1	0,938	1,223	0,760	6,253	15,23
112°	»	327	41°6	0,963	1,258	0,760	6,253	15,63
113°	»	320	41°5	0,950	1,281	0,740	6,388	15,68
114°	»	322	41°6	0,944	1,257	0,750	6,319	15,49
115°	»	322	41°3	0,944	1,242	0,760	6,253	15,32
116°	»	320	41°4	0,950	1,250	0,760	6,253	15,42
117°	»	310	41°1	1,016	1,351	0,750	6,319	16,67
118°	»	313	41°2	0,971	1,300	0,750	6,319	15,94
119°	»	317	41°4	0,968	1,277	0,750	6,319	15,88
120°	»	307	41°4	1,000	1,338	0,740	6,388	16,59
121°	»	315	41°5	1,000	1,269	0,770	6,187	16,07
122°	»	310	41°4	1,016	1,358	0,740	6,388	16,85
123°	»	316	41°5	0,996	1,297	0,740	6,388	16,52
124°	»	317	41°7	0,958	1,293	0,740	6,388	15,89
125°	»	319	41°6	0,952	1,253	0,740	6,388	15,79
126°	»	320	41°4	0,959	1,250	0,760	6,253	15,57
127°	»	302	41°3	1,016	1,350	0,750	6,319	16,67
128°	»	296	41°2	1,037	1,402	0,720	6,531	17,58
129°	»	300	40°7	1,050	1,420	0,730	6,458	17,58
130°	»	290	41°3	1,081	1,468	0,730	6,458	18,21
131°	»	287	41°6	1,058	1,472	0,710	6,606	18,15
132°	»	291	41°5	1,054	1,439	0,730	6,458	17,67
133°	»	292	41°4	1,078	1,472	0,730	6,458	18,08
134°	»	276	40°9	1,141	1,532	0,740	6,388	18,90
135°	»	280	40°7	1,096	1,474	0,740	6,388	18,18
136°	»	270	40°9	1,125	1,555	0,720	6,531	19,08
137°	»	270	41°	1,136	1,155	0,730	6,458	19,83
138°	»	276	40°8	1,112	1,521	0,730	6,458	19,43
139°	»	265	40°9	1,188	1,622	0,730	6,458	19,81
140°	»	277	40°9	1,097	1,537	0,710	6,606	18,82
141°	»	250	40°5	1,200	1,704	0,700	6,694	20,85



GRAPHIQUE XLIV. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 80 % de lévulose, avec addition quotidienne de 2 gr. de levure (déséquilibre alimentaire très atténué).

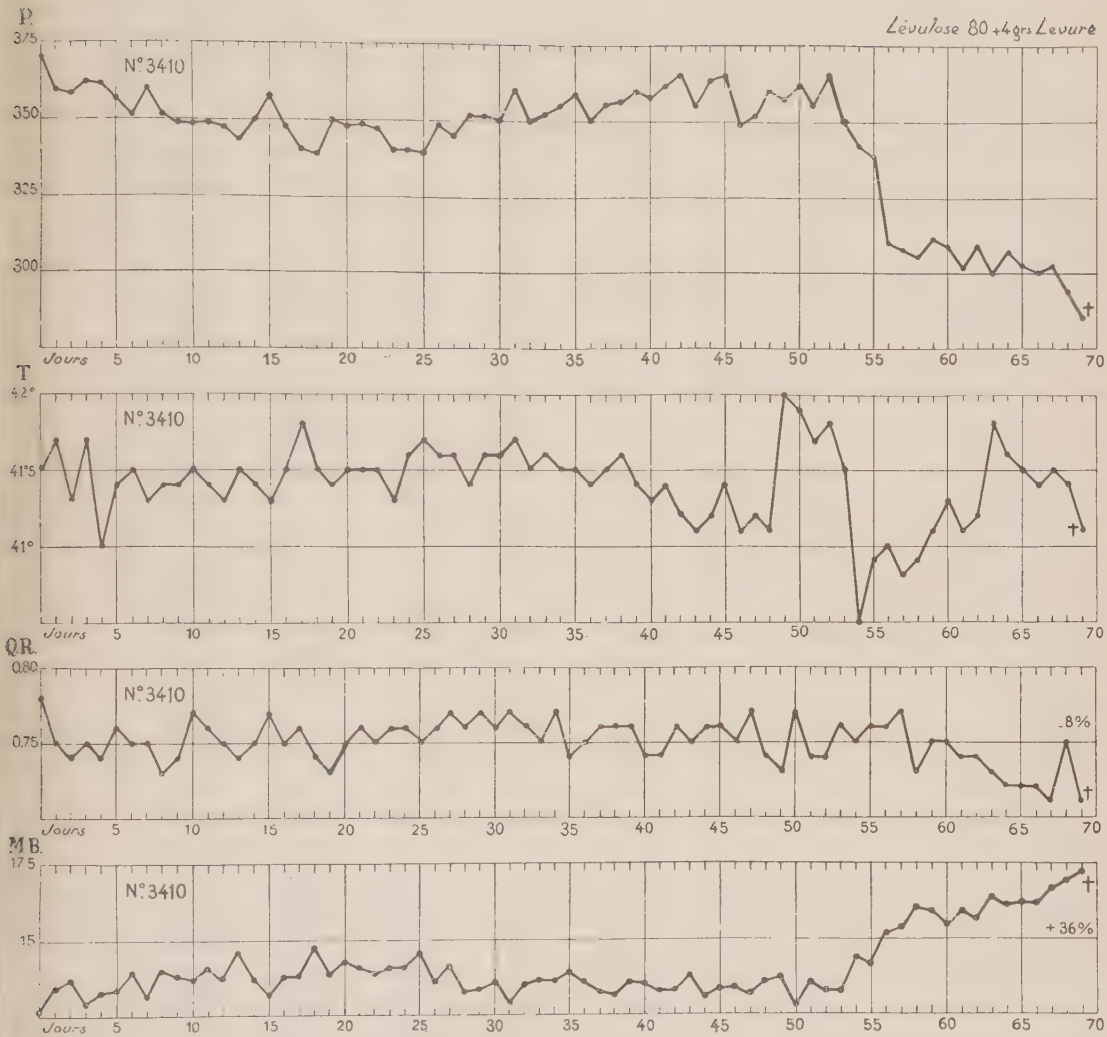
TABLEAU XXXVII. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 80 % de lévulose, additionnés de 4 gr. de levure. (Pigeon n° 3410 - Surface : 402 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant ..	370	41°5	0,829	1,062	0,780	6,123	12,62
1 ^{er} jour	358	41°7	0,857	1,117	0,750	6,319	13,47
2° »	357	41°3	0,859	1,151	0,740	6,388	13,64
3° »	363	40°7	0,826	1,085	0,750	6,319	12,96
4° »	362	41°	0,839	1,127	0,740	6,388	13,27
5° »	356	41°4	0,862	1,123	0,760	6,253	13,41
6° »	352	41°5	0,894	1,178	0,750	6,319	13,95
7° »	360	41°3	0,844	1,122	0,750	6,319	13,16
8° »	352	41°4	0,872	1,178	0,730	6,458	14,00
9° »	348	41°4	0,873	1,172	0,740	6,388	13,87
10° »	348	41°5	0,884	1,132	0,770	6,187	13,60
11° »	348	41°4	0,905	1,172	0,760	6,253	14,07
12° »	347	41°3	0,884	1,175	0,750	6,319	13,79
13° »	344	41°5	0,915	1,223	0,740	6,388	14,53
14° »	350	41°4	0,868	1,157	0,750	6,319	13,64
15° »	357	41°3	0,859	1,109	0,770	6,187	13,22
16° »	347	41°5	0,884	1,175	0,750	6,319	13,89
17° »	340	41°8	0,894	1,176	0,760	6,253	13,90
18° »	339	41°5	0,929	1,241	0,740	6,388	14,76
19° »	350	41°4	0,868	1,174	0,730	6,458	13,94
20° »	347	41°5	0,907	1,195	0,750	6,319	14,25
21° »	348	41°5	0,905	1,181	0,760	6,253	14,07
22° »	346	41°5	0,887	1,167	0,750	6,319	13,94
23° »	340	41°3	0,902	1,176	0,760	6,253	14,02
24° »	340	41°6	0,902	1,176	0,760	6,253	14,02
25° »	339	41°7	0,929	1,235	0,750	6,319	14,60
26° »	348	41°6	0,873	1,149	0,760	6,253	13,57
27° »	345	41°6	0,913	1,159	0,770	6,187	14,04
28° »	353	41°4	0,861	1,133	0,760	6,253	13,39
29° »	351	41°6	0,874	1,110	0,770	6,187	13,45
30° »	350	41°6	0,877	1,142	0,760	6,253	13,63
31° »	360	41°7	0,844	1,083	0,770	6,187	12,98
32° »	350	41°5	0,868	1,140	0,760	6,253	13,50
33° »	352	41°6	0,894	1,190	0,750	6,319	13,70
34° »	355	41°5	0,887	1,146	0,770	6,187	13,64
35° »	358	41°5	0,879	1,175	0,740	6,388	13,96
36° »	350	41°4	0,868	1,157	0,750	6,319	13,64
37° »	355	41°5	0,856	1,040	0,760	6,253	13,31
38° »	357	41°6	0,851	1,134	0,760	6,253	13,23

		Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
39°	»	360	41° 4	0,875	1,141	0,760	6,253	13,60
40°	»	357	41° 3	0,851	1,148	0,740	6,388	13,52
41°	»	362	41° 4	0,839	1,104	0,740	6,388	13,33
42°	»	365	41° 2	0,862	1,123	0,760	6,253	13,40
43°	»	355	41° 1	0,887	1,185	0,750	6,319	13,83
44°	»	363	41° 2	0,845	1,101	0,760	6,253	13,14
45°	»	365	41° 4	0,862	1,126	0,760	6,253	13,40
46°	»	349	42° 1	0,865	1,146	0,750	6,319	13,49
47°	»	352	42° 2	0,863	1,107	0,770	6,187	13,27
48°	»	360	42° 1	0,852	1,141	0,740	6,388	13,53
49°	»	357	42°	0,859	1,162	0,730	6,458	13,79
50°	»	363	41° 9	0,837	1,060	0,770	6,187	12,88
51°	»	355	41° 7	0,887	1,194	0,740	6,388	13,59
52°	»	365	41° 8	0,841	1,126	0,740	6,388	13,36
53°	»	350	41° 5	0,857	1,117	0,760	6,253	13,35
54°	»	342	40° 5	0,921	1,219	0,750	6,319	14,47
55°	»	338	40° 9	0,907	1,183	0,760	6,253	14,13
56°	»	310	41°	0,990	1,290	0,760	6,253	15,14
57°	»	307	40° 8	1,000	1,283	0,770	6,187	15,39
58°	»	305	40° 9	0,996	1,347	0,730	6,458	16,00
59°	»	311	41° 1	1,012	1,334	0,750	6,319	15,90
60°	»	309	41° 3	0,983	1,307	0,750	6,319	15,45
61°	»	302	41° 1	1,006	1,350	0,740	6,388	15,98
62°	»	309	41° 2	0,983	1,320	0,740	6,388	15,61
63°	»	300	41° 8	1,023	1,396	0,730	6,458	16,43
64°	»	307	41° 6	0,990	1,364	0,720	6,531	16,08
65°	»	303	41° 5	1,003	1,389	0,720	6,531	16,29
66°	»	300	41° 4	1,000	1,373	0,720	6,531	16,24
67°	»	303	41° 5	1,013	1,419	0,710	6,606	16,64
68°	»	294	41° 4	1,071	1,428	0,750	6,319	16,83
69°	»	285	41° 1	1,052	1,455	0,710	6,606	17,28

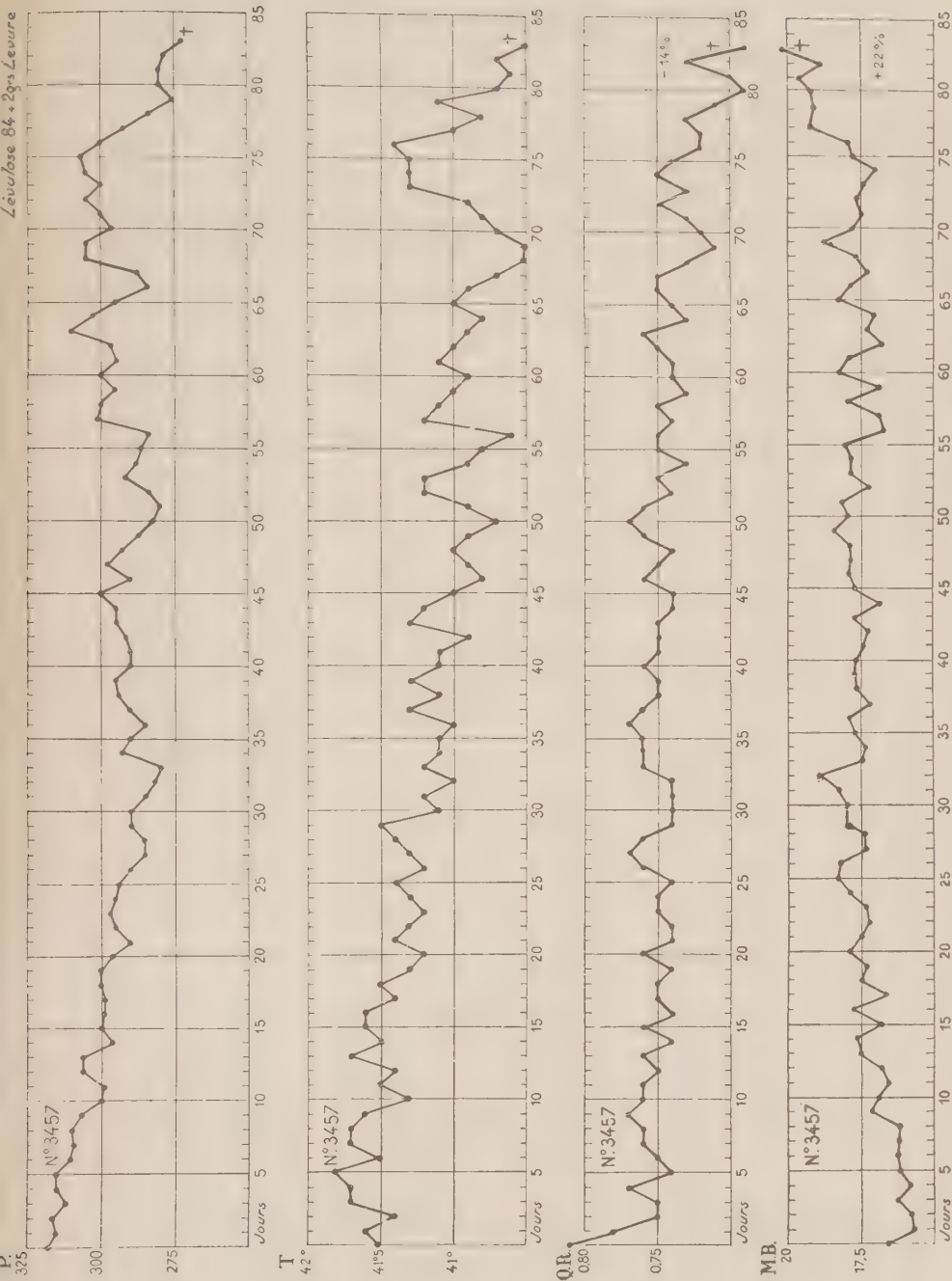
TABLEAU XXXVIII. — Variations des échanges respiratoires après ingestion quotidienne de 20 gr. d'un régime à 84 % de lévulose, additionnés de 2 gr. de levure. (Pigeon n° 3457 - Surface : 375 cmq).

	Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
Avant . .	318	41° 5	1,059	1,304	0,810	5,942	16,55
1 ^{er} jour	315	41° 6	0,974	1,247	0,780	6,123	15,68
2° »	317	41° 4	0,946	1,242	0,750	6,319	15,71
3° »	313	41° 7	0,980	1,303	0,750	6,319	16,29
4° »	315	41° 7	0,974	1,257	0,770	6,187	15,85



GRAPHIQUE XLV. — Variations du poids, de la température, du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un régime à 80 % de lévulose, avec addition quotidienne de 4 gr. de levure (déséquilibre alimentaire atténué).

		Poids	Températ. centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
5°	»	315	41°8	0,965	1,295	0,740	6,388	16,22
6°	»	310	41°5	0,980	1,306	0,750	6,319	16,29
7°	»	309	41°7	0,983	1,294	0,760	6,253	16,17
8°	»	310	41°7	0,980	1,290	0,760	6,253	16,12
9°	»	300	41°6	1,050	1,283	0,770	6,187	17,09
10°	»	299	41°3	1,026	1,339	0,760	6,253	16,88
11°	»	306	41°5	1,003	1,320	0,760	6,253	16,50
12°	»	306	41°4	1,029	1,356	0,750	6,319	16,84
13°	»	296	41°7	1,064	1,388	0,760	6,253	17,50
14°	»	300	41°5	1,050	1,403	0,740	6,388	17,64
15°	»	298	41°6	1,020	1,342	0,760	6,253	16,78
16°	»	298	41°6	1,057	1,412	0,740	6,388	17,76
17°	»	300	41°4	1,013	1,350	0,750	6,319	16,57
18°	»	300	41°5	1,050	1,396	0,750	6,319	17,45
19°	»	296	41°3	1,027	1,385	0,740	6,388	17,26
20°	»	290	41°2	1,086	1,417	0,760	6,253	17,86
21°	»	295	41°5	1,040	1,393	0,740	6,388	17,47
22°	»	297	41°4	1,023	1,383	0,740	6,388	17,19
23°	»	295	41°3	1,040	1,372	0,750	6,319	17,29
24°	»	294	41°4	1,071	1,394	0,750	6,312	17,80
25°	»	290	41°5	1,086	1,451	0,740	6,388	18,25
26°	»	285	41°3	1,105	1,358	0,760	6,253	18,17
27°	»	285	41°4	1,066	1,368	0,770	6,187	17,35
28°	»	290	41°5	1,058	1,365	0,760	6,253	17,40
29°	»	290	41°1	1,086	1,451	0,740	6,388	18,25
30°	»	285	41°2	1,066	1,442	0,740	6,388	17,91
31°	»	282	41°	1,077	1,446	0,740	6,388	18,10
32°	»	280	41°2	1,124	1,503	0,740	6,388	18,89
33°	»	293	41°1	1,054	1,361	0,760	6,253	17,34
34°	»	290	41°1	1,048	1,379	0,760	6,253	17,24
35°	»	285	41°	1,066	1,403	0,760	6,253	17,53
36°	»	290	41°3	1,086	1,372	0,770	6,187	17,86
37°	»	294	41°1	1,047	1,360	0,760	6,253	17,04
38°	»	295	41°3	1,067	1,406	0,750	6,319	17,55
39°	»	290	41°1	1,058	1,393	0,750	6,319	17,58
40°	»	290	41°1	1,086	1,417	0,760	6,253	17,58
41°	»	292	40°9	1,078	1,422	0,750	6,319	17,47
42°	»	295	41°3	1,030	1,372	0,750	6,319	17,12
43°	»	295	41°2	1,057	1,406	0,750	6,319	17,57
44°	»	300	41°	1,013	1,366	0,740	6,388	16,84
45°	»	290	40°8	1,043	1,379	0,740	6,388	17,61
46°	»	297	40°9	1,060	1,383	0,760	6,253	17,81
47°	»	293	41°	1,075	1,436	0,750	6,319	17,68



GRAPHIQUE XLVI. — Variations du poids, de la température, du quotient régime à 84 % de lévulose, avec addition quotidienne de 2 gr. de respiratoire et du métabolisme de base chez un pigeon recevant un levure (déséquilibre alimentaire atténué).

		Poids	Températ centrale	CO ² par kg. et par heure	O ² par kg. et par heure	Quotient respira- toire	Valeur calorique de CO ²	Métabolis- me basal rapporté à la surface et au poids
48°	»	287	40°9	1,069	1,417	0,740	6,388	17,77
49°	»	283	40°7	1,113	1,445	0,760	6,253	18,44
50°	»	280	40°9	1,085	1,464	0,770	6,187	17,84
51°	»	284	41°2	1,108	1,446	0,760	6,253	18,03
52°	»	292	41°2	1,041	1,369	0,750	6,319	17,10
53°	»	288	40°9	1,065	1,388	0,760	6,253	17,70
54°	»	286	40°4	1,073	1,437	0,740	6,388	17,65
55°	»	284	40°6	1,070	1,408	0,760	6,253	17,98
56°	»	302	41°2	1,006	1,337	0,750	6,319	16,56
57°	»	300	41°1	1,013	1,360	0,740	6,388	16,84
58°	»	295	41°2	1,067	1,444	0,750	6,319	17,93
59°	»	300	41°1	1,013	1,370	0,730	6,458	16,84
60°	»	295	41°3	1,067	1,427	0,740	6,388	18,13
61°	»	297	41°	1,060	1,417	0,740	6,388	17,81
62°	»	310	41°1	0,990	1,303	0,750	6,319	16,63
63°	»	303	41°	1,039	1,356	0,760	6,253	17,26
64°	»	295	41°2	1,033	1,352	0,730	6,458	17,00
65°	»	284	41°1	1,069	1,446	0,740	6,388	18,16
66°	»	287	40°8	1,059	1,407	0,750	6,319	17,80
67°	»	305	40°6	1,032	1,373	0,750	6,319	17,16
68°	»	305	40°5	1,059	1,363	0,730	6,458	17,60
69°	»	292	40°1	1,075	1,448	0,710	6,606	18,68
70°	»	295	41°2	1,048	1,671	0,720	6,531	17,50
71°	»	295	40°9	1,040	1,420	0,730	6,458	17,67
72°	»	300	41°3	1,050	1,300	0,750	6,319	17,45
73°	»	295	41°4	1,030	1,393	0,730	6,458	17,51
74°	»	300	41°4	1,050	1,383	0,750	6,319	17,45
75°	»	302	41°4	1,006	1,350	0,740	6,388	16,96
76°	»	295	41°5	1,030	1,427	0,720	6,531	17,70
77°	»	287	41°1	1,045	1,435	0,720	6,531	17,94
78°	»	278	40°9	1,132	1,548	0,730	6,458	19,23
79°	»	270	41°2	1,100	1,584	0,710	6,606	19,12
80°	»	275	40°1	1,105	1,599	0,690	6,786	19,20
81°	»	275	40°7	1,116	1,534	0,700	6,694	19,65
82°	»	273	40°8	1,113	1,520	0,730	6,458	18,91
83°	»	267	40°6	1,137	1,547	0,690	6,786	20,29

Nous voyons qu'en définitive, le déséquilibre atténué provoqué par une proportion élevée de lévulose aboutit à une chute du quotient respiratoire et à une élévation du métabolisme de base comparables à celles qui avaient été observées avec le galactose. En présence d'une dose optima de levure (2 gr.) et avec un régime à 80 % de levure, le déséquilibre demande un très long temps pour

se manifester. Ce dernier peut cependant se trouver notablement abrégé si le taux de lévulose est porté à 84 %.

Voici, résumés en un tableau schématique, les chiffres extrêmes et les variations trouvées :

Régime à 80 % de lévulose	Survie (jours)	Surface en cmq	Poids en grammes		Variations %
			Début	Fin	
Pigeon 3840 sans levure	19	375	285	215	— 24
Pigeon 3658 avec 0,50 de levure	23	375	302	253	— 16
Pigeon 3659 avec 1 gr. de levure	24	402	368	270	— 27
Pigeon 3411 avec 2 gr. de levure	141	380	335	250	— 25
Pigeon 3410 avec 4 gr. de levure	69	402	370	285	— 22
Pigeon 3457 avec 2 gr. de levure	83	375	318	267	— 16

Régime à 80 % de lévulose	Quotient respiratoire		Variations %	Métabolisme basal		Variations %
	Début	Fin		Début	Fin	
Pigeon 3840 sans levure	0,82	0,68	— 17	18,30	23,37	+ 27
Pigeon 3658 avec 0,50 de levure..	0,82	0,69	— 15	18,12	23,26	+ 28
Pigeon 3659 avec 1 gr. de levure..	0,78	0,68	— 12	12,95	18,37	+ 41
Pigeon 3411 avec 2 gr. de levure..	0,77	0,70	— 9	15,10	20,80	+ 38
Pigeon 3410 avec 4 gr. de levure..	0,78	0,71	- - 8	12,62	17,28	+ 36

Régime à 84 % de lévulose						
Pigeon 3457 avec 2 gr. de levure..	0,81	0,69	— 14	16,55	20,29	+ 22

CONCLUSIONS

Le métabolisme de base et le quotient respiratoire ont été étudiés chez l'homme à jeun, au repos et en équilibre thermique, après ingestion des principaux hexoses. Nous avons montré que les déterminations portant sur une durée expérimentale de 6 minutes devaient être répétées : avant l'expérience, puis une demi-heure, une, deux, trois et quatre heures après l'ingestion, pour suivre avec exactitude les modifications provoquées.

En l'absence de levure, l'ingestion de glucose, de galactose et de lévulose entraîne des modifications assez tranchées des échanges respiratoires. L'élévation du métabolisme de base, qui est la règle pendant la première heure, va en s'atténuant du premier au dernier de ces hexoses. Le quotient respiratoire ne tend, en aucun cas, vers l'unité; mais, au contraire, s'abaisse toujours plus ou moins nettement.

En présence de levure, dans le cas du glucose — mais dans ce cas seulement — on note, en dehors de l'augmentation habituelle du métabolisme de base, une élévation du quotient respiratoire vers la 2^e heure, les vitamines B paraissant ainsi favoriser l'utilisation de ce sucre.

L'ingestion de substances rapidement assimilables, mais de nature chimique très différente, telles que le glucose, l'huile d'olive et la peptone de muscle, entraînent cependant des modifications assez comparables des échanges respiratoires. Il est probable que, dans tous ces cas, un processus complexe de combustion s'institue où chacun des représentants des diverses fractions organiques est intéressé.

L'ingestion de substances de déséquilibre, telles que le galactose et l'huile de ricin, est suivie d'une modification des échanges respiratoires qui reste voisine de celle qu'on observe avec le glucose et l'huile d'olive. Il paraît donc vraisemblable que ces substances sont comburées au même titre que les autres et que leur action de déséquilibre se manifeste à la longue, par l'accumulation dans les tissus de produits de désintégration incomplète (?).

Les variations du métabolisme de base observées après ingestion de divers hexoses ne peuvent être suivies aussi exactement chez le pigeon que chez l'homme, chaque opération nécessitant plus d'une heure. Il est donc préférable de réserver cet animal

pour les expériences de longue durée. A cet effet, des régimes riches en l'un ou l'autre des hexoses leur ont été administrés sans addition et avec addition de vitamines B, données sous forme de levure de bière.

Le calcul du métabolisme de base dans les expériences de quelque durée sur la nutrition, pour avoir une signification, doit être rapporté au poids et à la surface, ainsi que LECOQ et nous-même l'avons signalé.

Un régime expérimental, même riche en glucose, peut être normalement complété par une addition opportune de vitamines B s'il est, par ailleurs, convenablement équilibré. Le métabolisme de base et le quotient respiratoire restent alors sensiblement constants.

La suppression de l'addition de vitamines B à un régime équilibré riche en glucose crée une avitaminose simple dont l'action se traduit par une diminution du quotient respiratoire et une exagération du métabolisme de base.

La présence d'une forte proportion de galactose dans une ration crée un déséquilibre alimentaire aigu qui se traduit par l'apparition de crises de polynévrite malgré la présence de doses plus ou moins élevées de vitamines B. Ce déséquilibre alimentaire entraîne, ainsi que l'avitaminose B, une chute rapide du quotient respiratoire et une exagération du métabolisme de base.

Il est possible d'obtenir, en introduisant dans la ration des proportions élevées de lévulose, un déséquilibre atténué qui, au bout d'un temps plus ou moins long, entraîne, lui aussi, une chute du quotient respiratoire et une exagération du métabolisme de base. Le déséquilibre est d'autant plus accentué que la proportion de lévulose présente dans le régime est plus forte.

Quoique de formules chimiques très voisines, les divers hexoses essayés (glucose, galactose, lévulose) exercent, comme on le voit, une action très différente sur les échanges respiratoires.

Vu, bon à imprimer.
Le Président de la Thèse,
H. COUTIÈRE.

Vu.
Le Doyen de la Faculté,
P. GUÉRIN.

Vu et permis d'imprimer.
Le Recteur de l'Académie de Paris,
CHARLÉTY

BIBLIOGRAPHIE

- ADDIS (T.), POO (L.-T.) et LEW (W.). — Protein loss from liver during a two-day fast. *Journ. of biol. Chem.*, 1936, **115**, p. 117.
- ARMSBY (H.-P.), FRIES (A.-I.) et BRAMAN (W.-W.). — The basal katabolism of cattle and other species. *Proc. of Nat. Ac. of Science*, Washington, 1918, **4**, p. 1.
- ATWATER (W.-O.) et BENEDICT (F.-G.). — Experiments on the metabolism of matter and energy in the human body. *U. S. Departm. Agric.*, 1903, Bull. n° 136.
- AUCHINARCHIE (D.-W.), MACLEOD (J.-J.-R.) et MAGEE (H.-E.). — Studies on diffusion through surviving isolated intestine. *Journ. of Physiol.* 1930, **69**, p. 185-209.
- BAERT (H.). — Contribution à l'étude des variations du métabolisme sous l'influence de la vitamine A. *Thèse Doct. Pharm.*, Marseille. Leconte, 1934.
- BARACH (A.-L.) et WOODWELL (M.-N.). — Studies in oxygen therapy with determinations of the blood gases. *Arch. int. Med.*, 1921, **28**, p. 367.
- BARCROFT (J.) et STAUB (H.). — The secretion of urine. *Journ. of Physiol.*, 1911, **14**, p. 145.
- BENARD (H.). — Détermination du métabolisme basal et ses principales indications. *Rev. médicale franç.*, février 1927, n° 2.
- BENEDICT (F.-G.). — Factors affecting basal metabolism. *Journ. of biol. Chem.*, 1915, **20**, p. 263.
- BENEDICT (F.-G.). — A portable respiration apparatus for clinical use. *Bost. med. a. surg. Journ.*, 1918, **178**, p. 667.
- BENEDICT (F.-G.) et BENEDICT (C.-G.). — The influence of thermal environment upon basal metabolism. *Science*, 1924, **69**, p. 447.
- BENEDICT (F.-G.) et BENEDICT (C.-G.). — Influence sur le métabolisme de la position du corps et des moindres mouvements musculaires. *Bull. Soc. d'Hyg. alim.*, 1924, **12**, p. 480.
- BENEDICT (F.-G.) et BENEDICT (C.-G.). — Influence du milieu thermique ambiant sur le métabolisme basal. *Bull. Soc. d'Hyg. alim.*, 1924, **12**, p. 541.
- BENEDICT (F.-G.). — Etudes récentes sur le métabolisme humain et animal. *Bull. Soc. d'Hyg. alim.*, 1927, **15**, p. 172.
- BENEDICT (F.-G.) et CARPENTER (M.). — Food ingestion and energy transformations with Special reference to the stimulating effect of nutrients. — *Carnegie Inst. of Washington*, 1918, Bull. n° 201.
- BENEDICT (F.-G.) et TOMPKINS (Edna-H.). — Respiratory exchange with a description of a respiration apparatus for clinical use. *Bost. med. a. surg. Journ.*, 1916, **174**, p. 857.
- BENEDICT (F.-G.) et EMMES (L.-E.). — The influence upon metabolism of non oxidizable material in the intestinal tract. *American Journ. of Physiol.*, 1912, **30**, p. 197.

- BENEDICT (F.-G. et EMMES (L.-E.). — A comparison of the basal metabolism of normal men and women. *Journ. of biol. Chem.*, 1915, **20**, p. 253.
- BENEDICT (F.-G.) et MURSCHHAUSER (H.). — Energy transformation during horizontal walking. *Carnegie Institution of Washington*, 1915, Bull. n° 231.
- BENEDICT (F.-G.) et PRATT. — Cités par M. Labbé et H. Stévenin, Le métabolisme basal, Paris, 1929, p. 23.
- BINET (L.). — La détermination pratique de la surface du corps humain. *Presse méd.*, 1925, **33**, p. 593.
- BLANCHETIERE (A.). — Les constituants cellulaires. *Traité de Physiologie norm. et path.* publié sous la direction de G.-H. Roger et L. Binet, Paris, Masson, 1933, **1**, p. 477.
- BLUNT (K.) et DYE (M.). — Basal metabolism of normal women. *Journ. of biol. Chem.*, 1921, **47**, p. 69.
- BOOTHBY (W.-M.) et SANDIFORD (I.). — Basal metabolism, *Physiol. Rev.*, 1924, **4**, p. 69.
- BRADDON (W.-L.) et COOPER (E.-A.). — The influence metabolic factors in beri-beri. Part I. The effect of increasing the carbohydrate ration on the development of polyneuritis in birds fed on polished rice. *Journ. of Hyg.*, 1914, **14**, p. 331.
- CAHN (T.) et HOUGET (J.). — *Biochimie de la contraction musculaire*, Paris, Hermann, 1934, p. 37.
- CARIDROIT (F.). — Contribution à l'étude du métabolisme des pigeons privés du facteur B. *Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1922, **20**, p. 189.
- CARPENTER (T.-M.). — *Publ. of Carnegie Inst.*, Washington, 1921, n° 303.
- CARRUTHERS (A.) et LEE (W.-Y.). — The hydrolysis of glycogen by glycerol extract of muscle. *Journ. of biol. Chem.*, 1935, **108**, p. 525.
- CHAUVEAU (A.). — Nouvelles recherches sur la question glycogénique. *C. R. de l'Acad. des Sciences.*, 1856, **42**, p. 1008.
- CHAUVEAU (A.). — Source et nature du potentiel directement utilisé dans le travail musculaire d'après les échanges respiratoires chez l'homme en état d'abstinence. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1896, **122**, p. 1163.
- CHAUVEAU (A.). — Sur la transformation de la graisse en hydrates de carbone dans l'organisme des animaux non alimentés, *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1896, **122**, p. 1098.
- CHAUVEAU (A.) et KAUFMANN (M.). — Le glucose, le glycogène, la glycogénie en rapport avec la production de chaleur et le travail mécanique dans l'économie animale. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1886, **103**, p. 974.
- CHERON (L.). — Spiromètres de précision à cadran. *Bull. et Mém. de la Soc. méd. des Hôpitaux de Paris*. 1930, n° 11, Séance du 21 mars.
- CORI (C.-F.). — The fate of sugar in the animal body. I. The rate of absorption of hexoses and pentoses from the intestinal tract. *Journ. of biol. Chem.*, 1925, **66**, p. 691.
- CORI (C.-F.) et CORI (G.-T.). — The fate of sugar in the animal body. VIII. The influence of insulin in the utilization of glucose, fructose and dihydroxyacetone. *Journ. of biol. Chem.*, 1928, **76**, p. 755.
- DAUTREBANDE (L.) et HALDANE (J.-S.). — The effect of respiration of oxygen on breathing and circulation. *Journ. of Physiol.*, 1921, **55**, p. 296.
- DAVIES (W.), HALDANE (J.-S.) et PRIESTLEY (J.-G.). — The response to respiratory resistance, *Journ. of Physiol.*, 1919, **53**, p. 60.

- DELAUNEY (A.). — Une récente acquisition de l'analyse médicale : la détermination du métabolisme basal. *Pharmacie française*, 1932, **36**, p. 52 et 80.
- DU BOIS (D.) et DU BOIS (E.-F.). — The measurement of the surface area of adults. *Proceed. Soc. exp. Biol. and Med.*, 1914, **12**, p. 16.
- DU BOIS (D.) et DU BOIS (E.-F.). — Clinical calorimetry. V. The measurement of the surface area in mans. *Arch. int. Med.*, 1915, **15**, p. 868.
- DU BOIS (E.-F.). — *Basal metabolism in Health and Disease*. 1924.
- FISCHER (F.). — *Untersuchungen über Kohlenhydrate und Fermente*. Berlin, Springer, 1908 et 1919.
- FOLIN (O.) et BERGLUND (H.). — Some new observations and interpretations with reference to transportation, retention and excretions of carbohydrates. *Journ. of biol. Chem.*, 1922, **51**, p. 213-273.
- FORSTER (G.-L.). — Studies on carbohydrate metabolism I. Some comparisons of blood sugar concentrations in venous blood and in finger blood. *Journ. of biol. Chem.*, 1923, **55**, p. 291-301.
- FOUET (A.). — Le métabolisme basal du nourrisson. *Thèse Doct. Méd.*, Paris, Legrand, 1924.
- FREDERICQ (L.). — Sur la régulation de la température chez les animaux à sang chaud. *Arch. Biol.*, 1882, **3**, p. 687.
- FUBINI et RONCHI. — Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, 1881, **12**, p. 1.
- FUNK (C.). — Studies on beriberi. The probable rôle of vitamins in the process of digestion and utilisation of food. *Journ. of Physiol.*, 1913, **47**, *Proceed. Physiol. Soc.*, p. XXV.
- GEPHART (F.-C.) et DU BOIS (E.-F.). — The determinations of the basal metabolism in men. *Carnegie Inst. Publ.*, 1919 b., Washington, Bull. 1915, **15**, p. 835.
- VON GRUBER. — *C. R. Acad. Bavaroise des Sc. Nat. et Phys.*, d'après *Grafe : Ergebnisse der Physiologie*, Munich, 1923.
- GUILLAUNE (A.-C.). — Méthode spectroscopique d'estimation du métabolisme fondamental. *Journ. Méd. franç.*, 1923, **12**, p. 262.
- HALDANE (J.-S.). — *Methods of air analysis*. Londres, 1918.
- HAMON (H.-R.) et LYMAN (R.-S.). — A graphic method for recording oxygen consumption. *Bull. of the John's Hopkins Hosp.*, 1923, **34**, p. 241.
- HARDING (V.-J.), GRANT (G.-A.) et GLAISTER (D.). — The metabolism of galactose. II. The behaviour of the rat towards moderate amounts of galactose. *Biochem. Journ.*, 1934, **28**, p. 257.
- HARRIS (S.-A.) et BENEDICT (F.-G.). — A biometric study of basal metabolism in men. *Carnegie Inst. Publ.*, 1919 b., Washington, Bull. n° 279.
- HEDON (L.). — Quelques considérations sur le métabolisme basal. Calcul de la dépense d'énergie par unité de poids et par unité de surface. *Montpellier Médical*. 1923, **45**, p. 350.
- HERMANN (H.). — Le métabolisme de base, *Traité de Physiologie norm. et path.*, publié sous la direction de G.-H. ROGER et L. BINET, Paris, Masson, 1934, **5**, p. 301
- HEWITT (J.-A.). — The metabolism of carbohydrates. III. The absorption of glucose, fructose and galactose from the small intestine. *Biochem. Journ.*, 1924, **18**, p. 161-170.
- JANET (H.). — Le métabolisme basal en clinique déterminé par la méthode des échanges respiratoires. *Thèse Doct. Méd.*, Paris, Jouve, 1922.
- JOHANSSON (J.-E.). — Ueber die Tagesschwankungen des Stoffwechsels. *Stand. Arch. Physiol.*, 1898, **8**, p. 85.

- JOLY (J.-M.). — Variations du quotient respiratoire et du métabolisme de base au cours de l'avitaminose B. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1936, **122**, p. 196.
- JOLY (J.-M.). — Sur le degré d'exactitude de la détermination du métabolisme de base. — *Communication faite à la Société Médico-Chirurgicale de Saint-Germain-en-Laye*, le 17 mai 1936.
- JOLY (J.-M.). — Difficultés d'appréciation du métabolisme de base chez le rat en voie de croissance, utilisé pour les essais sur la nutrition. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1936, **123**, p. 658.
- KROGH (A.). — The respiratory exchange of animals and man. *Monographs on Biochemistry*, London, Longmans, Greenand C°, 1916.
- LABBE (M.). — Le métabolisme dans le diagnostic des syndromes thyroïdiens. *Bull. Soc. d'Hyg. alim.*, 1922, **10**, p. 625.
- LABBE (M.) et STEVENIN (H.). — *Le métabolisme basal*. Paris, Masson, 1929.
- LAFON (G.). — Sur la consommation des graisses dans l'organisme animal. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1913, **156**, p. 248.
- LAPICQUE (L. et M.). — Les échanges chez les homéothermes au repos, en fonction de la grandeur corporelle et de la température extérieure. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1909, **76**, p. 528.
- LAULANIE. — Sur un eudiomètre double à phosphore. *Arch. de Physiol.*, 1894, **26**, p. 739.
- LAVOISIER. — Expérience sur la respiration des animaux et sur les changements qui arrivent à l'air en passant dans leur poumon. *Mém. de l'Acad. des Sciences*, 1777, p. 185.
- LAVOISIER et DE LAPLACE. — Mémoire sur la chaleur. *Mém. de l'Acad. des Sciences*, 1780, p. 355.
- LECOQ (R.). — *Les aliments et la vie*. Paris, Vigot, 1929.
- LECOQ (R.). — Le besoin de vitamines B dans le régime en rapport avec les constituants organiques de la ration et leur digestibilité. *Pharmacie française*, 1933, **37**, p. 266.
- LECOQ (R.). — Les vitamines B dans leur rapport avec les glucides, les protéides et les lipides du régime. *Thèse Doct. Sciences nat.*, Paris, 1934.
- LECOQ (R.). — La gomme du Sénégal, substance de déséquilibre. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1934, **117**, p. 994.
- LECOQ (R.). — Existe-t-il, parmi les protéides, des substances génératrices de déséquilibre alimentaire. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1934, **198**, p. 1269.
- LECOQ (R.). — L'imprégnation lactique des tissus est-elle la véritable cause de la polynévrite aviaire. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1935, **120**, p. 958.
- LECOQ (R.). — Vitamines et avitaminoses. *Journ. des Praticiens*, 1936, **50**, p. 675.
- LECOQ (R.). — Le lévulose, substance de déséquilibre. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1936, **121**, p. 226.
- LECOQ (R.). — Equilibre alimentaire et vitamines. *Presse méd.*, 1936, **44**, n° 102, p. 2060.
- LECOQ (R.) et SAVARE (J.). — Le rôle de l'équilibre alimentaire dans l'utilisation de l'huile de ricin par l'organisme. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1934, **198**, p. 1540.
- LECOQ (R.) et JOLY (J.-M.). — La détermination du métabolisme de base, chez le pigeon adulte, au cours des études sur la nutrition. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1936, **122**, p. 193.

- LECOQ (R.) et JOLY (J.-M.). — Influence du déséquilibre alimentaire sur le quotient respiratoire et le métabolisme de base du pigeon. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1936, **202**, p. 1709.
- LECOQ (R.) et JOLY (J.-M.). — Variations des échanges respiratoires causées, chez le pigeon, par le déséquilibre alimentaire d'origine glucidique. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1936, **18**, p. 1725.
- LECOQ (R.) et JOLY (J.-M.). — Influence des glucides, lipides et protides sur le quotient respiratoire et le métabolisme de base de l'homme au repos et en équilibre thermique. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1936, **123**, p. 680.
- LEFEVRE (J.). — *Chaleur animale et Bioénergique*, Paris, Masson, 1911.
- LEFEVRE (J.). — Nouvelle méthode de calorimétrie humaine. La chambre et sa justification comme calorimètre. *Bull. Soc. d'Hyg. alim.*, 1920, **8**, p. 141.
- LEFEVRE (J.). — Introduction physiologique et bioénergétique à l'étude expérimentale des diverses chaleurs émises par l'être vivant. *Bull. Soc. d'Hyg. alim.*, 1921, **9**, p. 51.
- LEFEVRE (J.). — Essai de critique physiologique sur le métabolisme basal. *Bull. Soc. d'Hyg. alim.*, 1922, **10**, p. 595.
- LEFEVRE (J.). — Le métabolisme basal et la zone critique de la thermorégulation. *Bull. Soc. d'Hyg. alim.*, 1923, **11**, p. 402.
- LEFEVRE (J.) et AUGUET (A.). — Comment l'état hygrométrique de l'air peut influencer le métabolisme. De l'hypotonus en milieu chaud et humide. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1930, **190** p. 326.
- LÖEWY (A.). — Ueber den Einfluss der Abkühlung auf den Gaswechsel des Menschen. *Arch. f. Ges. Phys.*, 1890, **46**, p. 189.
- LÖEWY (A.) et VON SCHROCKER. — Untersuchungen über die Blutzirkulation beim Menschen. Berlin, 1902.
- LUSK (G.). — Clinical calorimetry. I. A respiration calorimeter for the study of disease. *Arch. int. med.*, 1915, **15**, p. 793.
- LUSK (G.). — An investigation into the causes of the specific dynamic action of the foodstuffs. *Journ. of biol. Chem.*, 1915, **20**, p. 555.
- MAGNE (H.) et SIMONNET (H.). — Sur les variations du quotient respiratoire chez le pigeon carencé. Influence des injections intra-veineuses de glucose. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1922, **4**, p. 419.
- MAGNUS-LEVY (A.). — Ueber die Grösse des respiratorischen Gaswechsels unter dem Einfluss der Nahrungsaufnahme. *Arch. f. d. ges. Physiol.*, 1894, **55**, p. 1-126.
- MAGNUS-LEVY (A.) et FALK (E.). — Der Lungengaswechsel des Menschen in den verschiedenen Altersstufen. *Arch. f. (Anat. u.) Physiocol.*, 1899, Supp. Band, p. 314.
- MATTILL (A.). — The utilisation of carbohydrate by rats deprived of vitamin B. *Journ. of biol. Chem.*, 1923, **55**, p. 717.
- MEEH. — *Zeitschr. für Biol.*, 1879, **15**, p. 425, cité par M. Labbé et H. Stévenin, p. 72.
- NICHITA (G.) et IFTIMESCO (G.). — Recherches sur l'avitaminose du complexe B chez les poules Leghorn blanches. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1934, **117**, p. 289.
- NICHITA (G.), TUSCHAK (N.) et CALCEF (C.). — Recherches sur l'avitaminose du complexe B chez les poules Leghorn blanches. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1932, **110**, p. 283.
- VON NOORDEN. — *Die Fettsucht*. 1910.
- PLANTEFOL (L.). — La technique des analyses d'air avec l'appareil de Laulanié. *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1925, **7**, p. 590.
- PLANTEFOL (L.). — Appareil pour le dosage de l'acide carbonique et de l'oxygène de l'air. *Bull. Soc. chim. biol.*, 1925, **7**, p. 638.

- PLANTEFOL (L.). — Les eudiomètres de précision. Description d'un appareil universel ; technique des analyses. *Bull. Soc. chim. biol.*, 1932, **14**, p. 929.
- RANDOIN (L.) et LECOQ (R.). — L'évolution de l'avitaminose B dans ses rapports avec la constitution des glucides du régime. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1927, **184**, p. 1347.
- RANDOIN (L.) et LECOQ (R.). — Influence de la nature des glucides alimentaires sur la production d'états polynévritiques aigus, récidivants ou chroniques, obtenus malgré la présence de levure ou d'extraits de levure. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1927, **185**, p. 1068.
- RANDOIN (L.) et LECOQ (R.). — A propos de la prétendue toxicité du galactose. Utilisation physiologique comparée du glucose et du galactose par l'organisme du pigeon. *C. R. Soc. de Biol.*, 1929, **101**, p. 355.
- RANDOIN (L.) et LECOQ (R.). — Equilibre alimentaire et laits artificiels. *C. R. de la Soc. de Biol.* 1929, **102**, p. 37.
- RANDOIN (L.) et LECOQ (R.). — Rôle primordial de l'équilibre alimentaire dans l'utilisation du lactose. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1924, **188**, p. 1188.
- RANDOIN (L.) et LECOQ (R.). — Sur les effets d'une inanition partielle avec une très forte proportion de glucose dans la ration et avec un grand excès de vitamines B. *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1932, **110**, p. 933.
- RANDOIN (L.) et MILHAUD (F.). — Utilisation des sucres ; vitamines B et équilibre alimentaire. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1935, **201**, p. 1426.
- RANDOIN (L.) et SIMONNET (H.). — Influence de la nature et de la quantité des glucides présents dans la ration privée de facteur B sur la précocité et l'apparition des accidents de la polynévrite aviaire. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1923, **177**, p. 903.
- REINHOLD (J.-G.) et KARR (W.-G.). — Carbohydrate utilization. II. Rate of disappearance of various carbohydrates from the blood. *Journ. of biol. Chem.*, 1927, p. 345, **72**.
- RICHEL (Ch.). — De la mesure des combustions respiratoires chez les mammifères. *Arch. Physiol. norm. et path.*, 1891, p. 74.
- ROE (J.-H.), GILMAN (A.) et COWGILL (G.-R.). — The effect of the ingestion of galactose upon the respiratory quotient of normal and depancreatized dogs. *Journ. of biol. Chem.*, **105**, Sc. proceed., p. LXXII.
- RUBNER (M.). — Ueber den Einfluss der Körpergrösse auf Stoff- und Kraftwechsel, *Zeitsch. für Biol.*, 1883, **19**, p. 536.
- RUBNER (M.). — Die Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung. Leipzig et Vienne, 1902.
- RUBNER (M.). — Ueber Kompensation und Summation von funktionellen Leistungen des Körpers. *Sitzungsber. d. Königl. Preuss. Ak. der Wiss.*, 1910, **1**, p. 316-324.
- RUBNER (M.) et LEWASCHIEW. — Ueber den Einfluss der Feuchtigkeits-Schwankungen unbewegter Luft auf den Menschen während körperlicher Ruhe. *Arch. für Hyg.*, 1897, **29**, p. 155.
- SALATHIE (J.). — Essai sur l'influence de l'alimentation sur les échanges respiratoires et le métabolisme basal. *Thèse Doct. Méd.*, Paris, 1925.
- SANSUM (W.-D.), WILDER (R.-M.) et WOODYATT (N.-R.-T.). — Continuous intravenous injections at uniform rates. *Journ. of biol. Chem.*, 1916, **24**, Sc. proceed. p. XIX.
- SARRUS et RAMEAU. — Application des sciences accessoires et principalement des mathématiques à la physiologie générale. *Bull. Acad. Roy. Méd. de Paris*, 1838, **2**, p. 538.

- STEVENIN (H.). — Technique de la mesure du métabolisme basal. *Bull. Soc. d'Hyg. alim.*, 1922, **10**, p. 618.
- STEWART (C.-P.), GADDIE (R.), DUNLOP (D.-N.). — Fat metabolism in muscular work. *Biochem. Journ.*, 1931, **25**, p. 733.
- TERROINE (E.-F.), BONNET (R.), JACQUOT (R.) et VINCENT (G.). — Rendements énergétiques comparés dans le développement de moissures aux dépens d'hydrates de carbone ou de protéiques et action dynamique spécifique. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 1924, **178**, p. 869.
- TERROINE (E.-F.) et ZUNZ (E.). — Le métabolisme de base. *Les Problèmes biologiques*, Presses universitaires de France, Paris, 1925.
- TIGERSTEDT (R.). — Das Stoffwechselminimum beim Menschen. *Arch. die Fisiol.*, 1909, **7**, p. 426.
- TISSOT (J.). — Nouvelle méthode de mesure et d'inscription du débit et des mouvements respiratoires de l'homme et des animaux. *Journ. Physiol. et Pathol. génér.*, 1904, **6**, p. 688.
- VARIOT et SAINT-ALBIN. — La mensuration de l'aire cutanée des jeunes enfants par l'enveloppement avec des feuilles d'étain. *Bull. Soc. Pédiatrie*, 1903, p. 307.
- WELLS (G.). — *Chemical Pathology*, London, Saunders, 1918, p. 654.
- ZUNTZ (N.). — Einfluss der Geschwindigkeit, der Körpertemperatur und der Uebung auf den Stoffverbrauch bei Ruhe und bei Muskelarbeit. *Arch. f. ges. Physiol.*, 1903, **45**, p. 192.
- ZUNTZ (N.) et HAGEMANN (O.). — Der Stoffwechsel des Pferdes. *Landwirts Jahrb.*, 1890, **27**, Supp. III, p. 180.
- ZUNTZ (N.), HAGEMANN (O.) et KATZENSTEIN cités par T. CAHN et J. HOUGET. — *Biochimie de la contraction musculaire*, Paris, Hermann, 1934.
- ZUNTZ (N.) et LÖEWY (A.). — Weitere Untersuchungen über den Einfluss der Kriegskost auf den Stoffwechsel. *Bioch. Zeits.*, 1918, **90**, p. 244.
-

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
INTRODUCTION.	I
PREMIÈRE PARTIE. — Le quotient respiratoire et le métabolisme de base chez l'homme normal et chez les animaux	5
DEUXIÈME PARTIE. — Variations du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez l'homme sous l'influence de divers hexoses et de quelques autres éléments nutritifs organiques	53
TROISIÈME PARTIE. — Variations du quotient respiratoire et du métabolisme de base chez le pigeon sous l'influence de divers hexoses en présence et en l'absence de vitamines B.	105
CONCLUSIONS.	153
BIBLIOGRAPHIE	155

TABLE DES MATIÈRES

IMP. CH. BRANDE
: LE VÉSINET :
